

SKRIPSI

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGONTROL
SUHU DAN KELEMBABAN OTOMATIS PADA GREEN
HOUSE TANAMAN BUNGA KRISAN BERBASIS PLC ZELIO
SR3B101BD**



Disusun Oleh :

**DHIAN LUTFI SYARIFUDDIN
NIM : 02.17.063**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

SEPTEMBER 2007

SECRET

1. THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE INFORMATION
OBTAINED FROM THE INTERVIEW OF THE
SUBJECT BY THE BUREAU OF INVESTIGATION
ON 10/10/50.

END PAGE

RECEIVED 10/10/50
10/10/50 : 10/10/50

2. THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE INFORMATION
OBTAINED FROM THE INTERVIEW OF THE
SUBJECT BY THE BUREAU OF INVESTIGATION
ON 10/10/50.

SECRET

LEMBAR PERSETUJUAN

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGONTROL SUHU DAN KELEMBABAN OTOMATIS PADA GREEND HOUSE TANAMAN BUNGA KRISAN BERBASIS PLC ZELIO SR3B101BD

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Strata Satu (S-1)*


Disusun oleh :

DHIAN LUTFI SYARIFUDDIN

NIM : 02.17.063

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I


Ir. Widodo Pudji M., MT
NIP.Y.102870017

Dosen Pembimbing II


Sotyo Hadi, ST, MSc

Mengetahui



Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1


H. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y. 1039500274

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Dhian Lutfi Syarifuddin
NIM : 02.17.063
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : "PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT
PENGONTROL SUHU DAN KELEMBABAN OTOMATIS
PADA GREEN HOUSE TANAMAN BUNGA KRISAN
BERBASIS PLC ZELIO SR3B101BD"

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 18 September 2007
Dengan Nilai : 74,55(B+) *by*



Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
NIP.Y. 1018100036

(Ir.F.Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y. 1039500274

Penguji Pertama

Anggota Penguji

Penguji Kedua

(DR. Cahyo Crysdian, Msc)
NIP. 1030400412

M. Ashar, ST, MT
NIP.P. 1030500408

RECEIVED
1964
JAN 14 1964
U.S. AIR FORCE
HONOLULU, HAWAII



RECEIVED
1964
JAN 14 1964
U.S. AIR FORCE
HONOLULU, HAWAII

TO: [illegible]

FROM: [illegible]

SUBJECT: [illegible]

1. [illegible]

2. [illegible]

3. [illegible]

4. [illegible]

5. [illegible]

6. [illegible]

7. [illegible]

8. [illegible]

9. [illegible]

10. [illegible]



[illegible signature and text]

[illegible signature and text]

[illegible signature and text]

[illegible signature and text]

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGONTROL SUHU DAN KELEMBABAN OTOMATIS PADA GREEN HOUSE TANAMAN BUNGA KRISAN BERBASIS PLC ZELIO SR3B101BD

Dhian Lutfi Syarifuddin

Jurusan Teknik Elektro S1, Konsentrasi Teknik Elektronika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Raya Karangploso KM 2 Malang, dhi@nprogrammer.net

Abstrak

Permintaan bunga krisan semakin meningkat, sementara kendala yang dihadapi budidayanya adalah kondisi musim di Indonesia yang sangat berbeda dengan daerah asalnya. Untuk memenuhi persyaratan itu maka dibuat green house yang bisa mengatur temperature dan kelembaban yang dibutuhkan bunga krisan. Alat ini dibuat dengan menggunakan sensor suhu untuk mengetahui temperatur ruangan, sensor kelembaban untuk mengetahui kelembaban ruangan, dan menggunakan PLC untuk metode pengontrolan keseluruhan sistem. PLC bisa memenuhi semua persyaratan yang dibutuhkan untuk mengontrol dan menampilkan kondisi ruangan. Untuk menjalankan pengontrolan sangat mudah dan bisa langsung merubah setpoint didalam PLC karena sudah dilengkapi dengan tombol-tombol dan LCD, untuk pemrograman dilengkapi dengan dua bahasa pemrograman bisa menggunakan program LADDER DIAGRAM dan program FBD (Function Block Diagram). Dengan alat ini maka pembudidayaan bunga krisan dapat terpenuhi karena pengontrolan dengan PLC cukup akurat dan bisa mengatur berapa suhu dan kelembaban yang dibutuhkan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengontrol Suhu Dan Kelembaban Otomatis Pada Green House Tanaman Bunga Krisan Berbasis PLC Zelio SR3B101BD” ini dengan lancar. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

Keberhasilan penyelesaian laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
3. Bapak Ir. Widodo Pudji M., MT selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Sotyo Hadi, ST. MSc selaku Dosen Pembimbing II.
5. Ayah dan Ibu serta keluarga besar yang telah memberikan do’a restu, dorongan, semangat, dan biaya.
6. Rekan-rekan mahasiswa/i Elektronika 2002 yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dan menyadari sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini. Untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Harapan penulis semoga laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pembaca.

Malang, September 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang permasalahan	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Rumusan masalah.....	3
1.4 Batasan masalah	4
1.5 Metodologi	5
1.6 Sistematika penulisan	6
BAB II DASAR TEORI	7
2.1. Morfologi tanaman krisan	7
2.1.1. Syarat Tumbuh Tanaman Krisan.....	7
2.1.2. Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.....	8

2.2. PLC Zelio SR3B101BD	9
2.2.1. LCD pada smart relay	11
2.2.2. Tombol kontrol pada panel depan di smart relay	12
2.3. Sensor	13
2.3.1. Sensor suhu.....	13
2.3.2. Sensor kelembaban RHK1AN.....	14
2.4. Penguat Instrumentasi	17
2.4.1 Inverting Amplifier.....	17
2.4.2 Non- Inverting Amplifier.....	18
2.4.3 Differensial Amplifier	18
2.5. Relay.....	19

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT.....22

3.1. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	22
3.1.1. Perancangan proses kerja alat.....	23
3.1.2. Perancangan PLC Zelio SR3B101BD	24
3.1.3. Sensor	25
3.1.3.1. Sensor suhu.....	25
3.1.3.2. Sensor kelembaban.....	29
3.1.4. Heater	32
3.1.5. Fan	33
3.1.6. Pompa air.....	33
3.1.7. Lampu TL	33

3.2. Perancangan Perangkat Lunak (software).....	33
3.3. Flowchart.....	35

BAB IV PENGUJIAN ALAT.....37

4.1.	Pengujian rangkaian sensor suhu	37
4.1.1.	Pengujian rangkaian sensor LM35	37
4.1.2.	Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal sensor suhu	43
4.2.	Pengujian rangkaian sensor kelembaban.....	47
4.2.1.	Pengujian rangkaian generator sinus	47
4.2.2.	Pengujian rangkaian sensor RHK1AN	43
4.2.3.	Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal sensor kelembaban	53
4.3.	Pengujian PLC (Progrmmable Logic Controller)	56
4.3.1.	Input sensor suhu dalam PLC	57
4.3.2.	Input sensor kelembaban dalam PLC	58
4.4.	Pengujian sistem keseluruhan	58

BAB V PENUTUP 61

5.1. Kesimpulan 61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Karakteristik Kelembaban pada temperatur	16
Tabel 4.1.	Perbandingan Tegangan Output Hasil Perhitungan Suhu Dari LM35 Dengan Pengukuran Thermometer.....	39
Tabel 4.2.	Perbandingan Antara Pengukuran Suhu Menggunakan Thermometer Dibandingkan Dengan Pengukuran Suhu Menggunakan Sensor LM35	40
Tabel 4.3.	Persen Kesalahan (% Error) Tegangan Output Lm 35 antara Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan	42
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu.....	45
Tabel 4.5.	Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sensor Suhu.....	47
Tabel 4.6.	Perbandingan Tegangan Output Perhitungan dengan Pengukuran Sensor Kelembaban RHK1AN.....	52
Tabel 4.7.	Perbandingan Tegangan Output Hasil Perhitungan Pengukuran Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban.....	55
Tabel 4.8.	Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sensor Kelembaban.....	55
Tabel 4.9.	Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Pembacaan Input Sensor Suhu Dalam PLC.....	57

Tabel 4.10. Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Pembacaan Input

 Sensor Kelembaban Dalam PLC 58

Tabel 4.11. Hasil Pengujian secara Keseluruhan 60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Hubungan antara Laju Pertumbuhan dan suhu.....	9
Gambar 2.2.	Diagram blok prinsip kerja PLC	10
Gambar 2.3.	PLC Zelio SR3B101BD	11
Gambar 2.4.	Tampak bawah LM35	13
Gambar 2.5.	Tampak belakang dan depan RHK1AN.....	15
Gambar 2.6.	Penguat Inverting Amplifier.....	17
Gambar 2.4.	Penguat Non Inverting Amplifier.....	18
Gambar 2.5.	Penguat Differensial Amplifier	19
Gambar 2.6.	Cara Kerja Relay	20
Gambar 2.7.	Relay SPST.....	20
Gambar 2.8.	Relay SPDT	21
Gambar 2.9.	Relay DPST	21
Gambar 2.10.	Relay DPDT	21
Gambar 3.1.	Diagram Blok sistem	22
Gambar 3.2.	Diagram Blok analisa sistem perancangan proses kerja alat	23
Gambar 3.3.	Diagram Blok sistem kendali	24
Gambar 3.4.	PLC Zelio SR3B101BD	25
Gambar 3.5.	Rangkaian penguat non inverting amplifier sensor suhu	27
Gambar 3.6.	Rangkaian Pembangkit Tegangan AC	30

Gambar 3.7.	Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban dan Penyearah Tegangan AC ke DC.....	31
Gambar 4.1.	Rangkaian Pengujian Sensor Suhu.....	38
Gambar 4.2.	Pengujian Pengkondisi Sinyal	44
Gambar 4.3.	Rangkaian Pengujian Generator Sinus	48
Gambar 4.4.	Sinyal Output Generator Sinus.....	49
Gambar 4.5.	Rangkaian Sensor Kelembaban RHK1AN.....	50
Gambar 4.6.	Rangkaian Pengujian Sensor Kelembaban.....	53
Gambar 4.7.	Kabel Data PLC Zelio SR3B101BD	56
Gambar 4.8.	Blok Rangkaian Pengujian Secara Keseluruhan	59

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Karakteristik Perbedaan Pengukuran Suhu Thermometer Dan suhu LM35.....	41
Grafik 4.2.	Pencapaian Suhu Dan Kelembaban Dalam Waktu 1 Jam.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Tanaman Bunga Krisan (*Chrysanthemum Indicum*), yang telah direklasifikasi menjadi *Dendranthema Indicum*, merupakan jenis tanaman semusim yang berasal dari wilayah yang memiliki 4 (empat) musim. Bunga krisan merupakan salah satu primadona bunga potong di dunia. Salah satu keunggulan bunga krisan dibandingkan bunga potong lainnya adalah bahwa tanaman krisan dapat diatur pembungaan dan masa panennya sesuai dengan kebutuhan pasar. Keanekaragaman varietasnya, baik dari segi bentuk maupun warnanya menjadikan bunga krisan begitu populer, karena itu perlu standar mutu untuk bunga krisan.

Di Indonesia khususnya, permintaan akan tanaman bunga krisan sebagai salah satu komoditi agrobisnis di Indonesia menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi dari tahun ke tahun. Sementara kendala utama yang dihadapi dalam budidaya krisan ini adalah kondisi musim di Indonesia yang sangat berbeda dengan daerah asalnya. Sebagai contoh, panjangnya siang yang di Indonesia hampir selalu sama di sepanjang musim, yaitu berkisar antara 12 jam perhari. Dampaknya, beberapa agroindustri bunga krisan masih harus mengimpor pohon induk secara periodik dari negara lain.

Salah satu perusahaan besar yang bergerak di bidang agrobisnis di wilayah Bogor Jawa Barat, sejak sekitar 5 tahun lalu telah mengembangkan percobaan

untuk memproduksi bibit bunga krisan secara besar-besaran dengan membangun sebuah *green house* atau naungan tertutup atau semacam rumah kaca, dengan atap terbuat dari bahan sejenis plastik khusus yang perkaya dengan *UV* agar lebih tahan lama. Dengan ditempatkannya bibit krisan di dalam ruangan tertutup diharapkan kelembaban dan temperatur udara, kadar air tanah, serta intensitas cahaya dapat diatur sesuai kebutuhan. Namun metode dan teknik pengendalian yang diterapkan sampai saat ini masih konvensional. Sebagian besar masih dilakukan dengan cara manual, misalnya dengan menggunakan saklar yang di-on/off oleh petugas dalam hal ini unsur "*human error*" sangatlah menentukan. Sebagian lain menggunakan saklar otomatis yang dikendalikan oleh timer yang diseting waktu kerjanya secara periodik.

Pengontrolan secara otomatis sudah pernah dilakukan untuk pengaturan kelembaban udara dalam rumah kaca. Dalam pengontrolan secara otomatis ini menggunakan sensor suhu LM 35 yang dibandingkan antara suhu yang satu dengan suhu yang lainnya. Suhu yang satu menunjukkan temperatur pada bola basah dan suhu yang lainnya merupakan temperatur pada bola kering. Perbandingan kedua suhu inilah yang di jadikan acuan untuk menentukan besarnya kelembaban. Dalam pemenuhan pengontrolan kelembaban rumah kaca ini digunakan penyemprotan air untuk menambah kelembaban dan pemanas berupa lampu untuk mengurangi kelembaban.

Kondisi pada permukaan bola basah harus selalu dikontrol agar tidak kering. Pengaturan ini masih menggunakan proses manual dimana kesalahan manusia dapat terjadi. Dengan pemanas yang menggunakan lampu akan mempengaruhi

intensitas cahaya yang di butuhkan. Hal ini dapat dipecahkan dengan menggunakan pemanas berupa elemen pemanas. Karena objek yang akan dikontrol berupa tanaman yang memiliki kekhasan tersendiri.

Dengan memanfaatkan laboratorium kontrol dan referensi tentang budidaya bunga krisan dilakukan kajian dan penelitian lebih mendalam guna merekayasa suatu sistem kendali terintegrasi berbasis PLC yang dapat menjamin pemenuhan kebutuhan akan kelembaban dan temperatur udara dalam *green house*.

1.2. Tujuan

Tujuan perencanaan dan pembuatan alat kontrol budidaya tanaman krisan pada green house adalah mewujudkan alat kontrol kelembaban dan temperatur udara dalam green house menggunakan PLC.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada latar belakang pendahuluan dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana persyaratan yang diperlukan tanaman bunga Krisan agar dapat tumbuh dengan baik.
2. Bagaimana merancang dan membuat program sistem pengaturan kelembaban dan temperatur pada budidaya tanaman krisan menggunakan PLC.

3. Bagaimana membuat miniatur Green house yang mendekati Green house sebenarnya.
4. Bagaimana merancang dan membuat alat pengatur suhu dan kelembaban sesuai dengan keperluan bunga Krisan.

1.4. Batasan Masalah

Karena luasnya kajian yang tercakup dalam sistem pengaturan budidaya tanaman krisan ini, maka untuk mempersempit pembahasan dibuat pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Pembahasan tentang budidaya tanaman krisan hanya sebatas pemenuhan parameter yang diperlukan untuk masa pertumbuhan tanaman krisan yang terkontrol secara terintegrasi menggunakan PLC. (Tanpa percobaan budidaya tanaman Krisan sebenarnya yang memakan waktu cukup lama).
2. Pembahasan dibatasi pada masalah kontrol dan masalah pergerakan temperatur dan kelembaban udara dalam miniatur *Green House* yang hanya berukuran panjang 60 cm x lebar 30 cm x tinggi 45 cm.

1.5. Metodologi

Metodologi yang dipakai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur

Dengan mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat.

2. *Field Research*

Dengan melakukan penelitian secara langsung mengenai objek-objek yang berhubungan langsung dengan perencanaan alat yang akan dibuat.

3. *Design* dan Pembuatan Alat

Yaitu meliputi pembuatan PCB, perakitan komponen serta penyolderan dan pembuatan perangkat lunak.

4. Pengujian Alat

Dengan melakukan pengujian setiap blok rangkaian dan kerja seluruh sistem pada alat tersebut.

5. Penyusunan Laporan Skripsi

Membuat laporan yang terdiri dari: Pendahuluan, Landasan Teori, Perencanaan dan Pembuatan Alat, Pengujian Alat dan Penutup.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terbagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Membahas teori dasar penunjang perancangan dan pembuatan alat.

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perancangan alat yang terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Membahas tentang pengujian peralatan secara keseluruhan dan analisa hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Memuat kesimpulan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Morfologi Tanaman Krisan

Menurut Bailey (1983) Tanaman Krisan merupakan tanaman perdu dengan sifat tumbuh semusim. Bunganya merupakan bunga majemuk yang terdiri dari sekumpulan bunga cakram (disk flower) dibagian tengah dan bunga pita (ray flower) disekelilingnya. Besar bunga bervariasi demikian pula bentuk dan warnanya.

Pada bunga krisan dikenal warna dasar putih, kuning, merah dan keunguan. Namun persilangan dari varietas-varietas yang ada menghasilkan ribuan nuansa dari warna dasar tadi, seperti misalnya krem (putih kekuningan), pink (merah jambu). Dalam satu warna tersebut masih ada warna gradasinya, misalnya warna gradasi dari kuning adalah kuning pucat, kuning muda, kuning cerah, kuning emas, kuning kunyit, kuning kehijauan.

Tanaman Krisan termasuk ke dalam famili Compositae Asteraceae. Tanaman bunga Krisan mempunyai banyak spesies dan salah satu diantaranya yaitu *Chrysanthemum morifolium* atau *Chrysanthemum hortorum* yang banyak dibudidayakan sebagai hibrid untuk jenis bunga potong

2.1.1. Syarat Tumbuh Tanaman Krisan

Sebagai tanaman yang berasal dari daerah subtropis, Krisan tumbuh baik di dataran tinggi antara 600 – 1000 m diatas permukaan laut. Krisan dalam

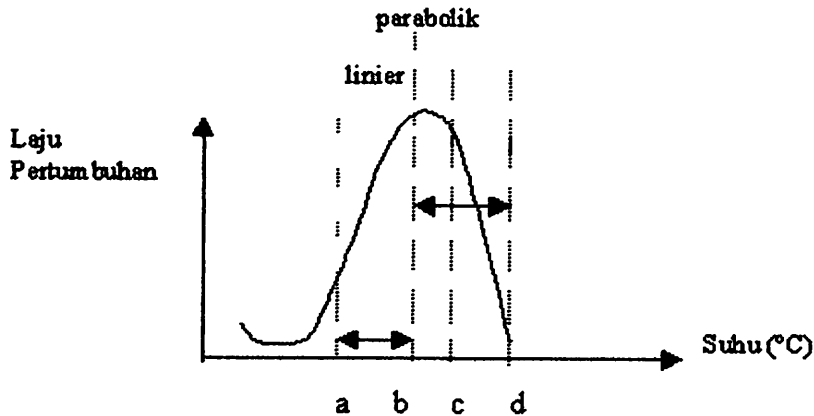
pertumbuhan membutuhkan suhu 20-26°C (siang) dan suhu 16-18°C (malam). Direktorat Bina Produksi Hortikultura (1988) menjelaskan bahwa tanaman Krisan memerlukan naungan mulai dari pembibitan sampai tanaman tersebut dewasa.

Naungan ini selain untuk mempertahankan suhu dan kelembaban juga untuk menghindari sinar matahari langsung, terpaan curah hujan yang langsung mengenai tanaman bunga krisan dan ketersediaan karbondioksida pada alam terbuka. Kelembaban udara yang dibutuhkan tanaman Krisan sekitar 70 – 80 % untuk pertumbuhannya (muda-dewasa). Kandungan karbondioksida yang dibutuhkan tanaman krisan membantu dalam proses fotosintesis berkisar antara 600 ppm – 900 ppm. Serta kadar pH tanah yang dibutuhkan 5,5 – 6,7 pH.

2.1.2. Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Suhu akan mengaktifkan proses fisik dan proses kimia pada tanaman. Energi panas dapat menggiatkan reaksi-reaksi biokimia pada tanaman atau reaksi fisiologis dikontrol oleh selang suhu tertentu. Suhu meningkatkan perkembangan tanaman sampai batas tertentu dan berpengaruh langsung terhadap pembungaan.

Pada suhu yang tinggi (besar dari 18⁰ C untuk bunga krisan) cenderung berwarna kusam sedangkan pada suhu rendah (kecil dari 16⁰ C) warna bunga cenderung makin cerah. Hubungan suhu dengan laju pertumbuhan tanaman seperti pada gambar 2.1. Suhu dengan laju pertumbuhan menunjukkan hubungan yang linier sampai batas tertentu setelah mencapai titik maksimum hubungan kedua variabel itu menunjukkan hubungan parabolik.

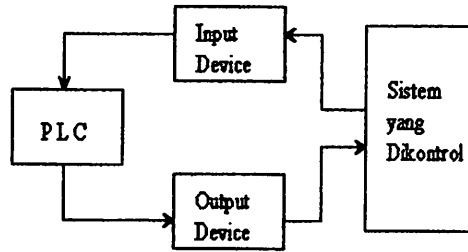


Gambar 2.1. Grafik Hubungan antara Laju Pertumbuhan dan suhu
 Sumber : Cleon W Ross, Frank B Salisbury, 1995, *Fisiologi Tumbuhan*, ITB

2.2. PLC ZELIO SR3B101BD

PLC adalah “Suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital, memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus, seperti logik, squencing, timing, counting, dan aritmatika untuk mengontrol berbagai jenis mesin atau proses melalui analog atau digital input/output modules”.

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan input luar atau "Input Device", seperti yang dijelaskan pada gambar 3. Peralatan input dapat berupa sakelar, tombol, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan input ini berupa sinyal-sinyal analog atau sinyal-sinyal digital. Kemudian, oleh unit pemroses pusat atau "Central Processing Unit" (CPU) yang ada didalam PLC ditetapkan di dalam ingatan memorinya.

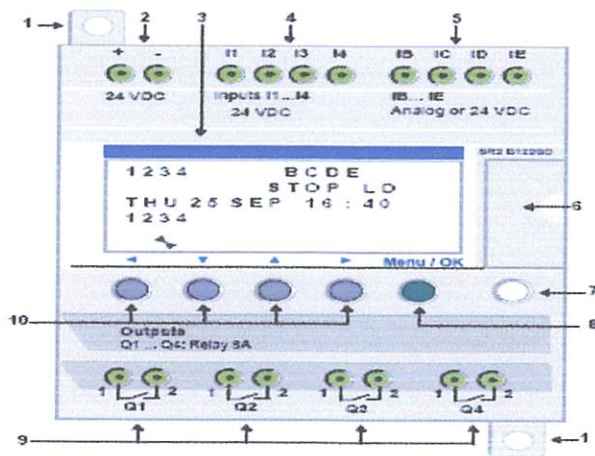


Gambar 2.2. Diagram blok prinsip kerja PLC
Sumber : Omron, A Beginners Guide to PLC

Selanjutnya, CPU akan mengambil keputusan-keputusan tersebut akan dipindahkan ke modul output. Untuk input sinyal-sinyal digital, oleh modul akan diubah menjadi output sinyal-sinyal analog. Sinyal-sinyal analog inilah yang nantinya akan menggerakkan peralatan output atau "Output Device" yang dapat berupa kontaktor-kontaktur ataupun relay-relay. "Output Device" inilah yang nantinya akan mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

PLC Zelio disebut juga smart relay karena ukurannya kecil dan jumlah input dan outputnya sedikit yang disesuaikan dengan kebutuhan, jadi tidak banyak terbuang. Tetapi jumlah input dan outputnya bisa ditambahkan lagi. Secara umum konfigurasi yang dimiliki PLC Zelio SR3B101BD adalah sebagai berikut :

- dilengkapi dengan LCD
- Panel-panel
- Pengatur waktu,
- 6 inputan(4 input analog dan 2 input digital),
- 4 output transistor relay,
- dan kabel USB untuk menghubungkan ke PC.



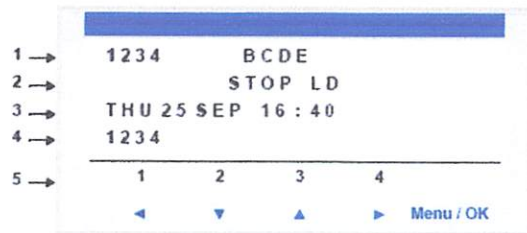
Gambar 2.3. PLC Zelio SR3B101BD

Uraian pada panel depan smart relay

1.	Sekrup dapat ditarik kembali, digunakan untuk menahan pada landasan.
2.	Power supply (24 volt).
3.	LCD memperlihatkan 4 garis, 18 karakter.
4.	Input digital.
5.	Input analog.
6.	Kabel penghubung PC.
7.	Tombol shift.
8.	Tombol menu/ok untuk pemilihan atau konfirmasi.
9.	Output transistor relay
10.	Tombol navigasi

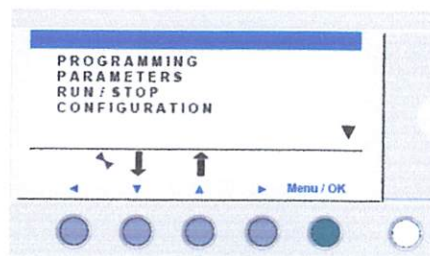
2.2.1. LCD pada smart relay

Penjabaran dari LCD. Ilustrasi berikut ini menampilkan sebuah contoh dari tampilan LCD saat menampilkan layar input-output



1.	Tampilan status input (B...E menampilkan kembali input analog, juga dapat digunakan sebagai DISCR).
2.	Tampilan dari mode operasi RUN/STOP dan mode program (LD/FBD).
3.	Tampilan dari tanggal (hari dan waktu untuk produk dengan jam).
4.	Tampilan status output.
5.	Termasuk menu-menu/saklar/indikasi mode operasi.

2.2.2. Tombol kontrol pada panel depan di smart relay



- Tombol shift berwarna putih berfungsi untuk kembali ke menu
- Tombol Menu/OK berwarna hijau digunakan untuk semua menu seperti menu, sub menu, program, parameter
- Tombol Zx berwarna abu-abu dari kiri Z1 sampai Z4 berfungsi sesuai arah panahnya

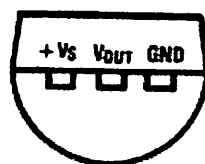
2.3. Sensor

2.3.1. Sensor Suhu

Transduser suhu digunakan untuk mengubah besaran suhu menjadi sinyal listrik. Sensor suhu harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu yang akan diukur.

Sensor suhu merupakan bagian dari elemen alat ukur dalam sistem kontrol dengan umpan balik. Karena sifat dinamik dan statik dari elemen ukur mempengaruhi penunjukan harga sebenarnya dari variabel kaluaran, maka elemen ukur memegang peranan penting dalam menentukan performansi keseluruhan sistem.

Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM 35 produksi National Semiconductor, IC tersebut mempunyai ketelitian dan ketepatan tinggi. Kaluaran IC ini mempunyai kelinieran yang tinggi dalam jangkauan yang memadai untuk kemampuan pengontrolan umum. Jangkauan atau kemampuan dari IC ini adalah -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2.4. Tampak bawah LM35

LM 35 memiliki impedansi keluaran rendah, keluaran linier dan memiliki kalibrasi yang tepat sehingga membuat pembacaan nilai keluaran menjadi mudah. Dengan sensitivitas $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, keluaran mengalami perubahan 10 mV setiap kenaikan suhu 1°C .

Beberapa kelebihan yang dimiliki IC ini membuat mudah untuk antarmuka, pembacaan dan pengontrolan. Dapat digunakan untuk catu daya tunggal, juga dengan catu daya simetris plus dan minus. Dengan arus rendah yaitu $60\mu\text{A}$ dan mempunyai pemanasan sendiri yang rendah yaitu kurang dari $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

(Sumber: Sundoro W, 2006)

Spesifikasi dari Sensor Suhu LM35:

- Dikalibrasi secara langsung ke Celsius
- Faktor skala linier $+10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
- Jaminan akurasi $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada suhu $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Rata-rata temperaturnya antara $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Dioperasikan pada 4 volt sampai 30 volt.
- Arus yang dibawa kurang dari $60\text{ }\mu\text{A}$
- *Self-heating*-nya yaitu $0,08\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada udara tetap.
- Ketidak linierannya $\pm 0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Impedansi outputnya rendah yaitu $0,1\text{ }\Omega$ dari 1 mA muatan

(Sumber: Data Sheet Sensor LM35)

2.3.2. Sensor Kelembaban RHK1AN

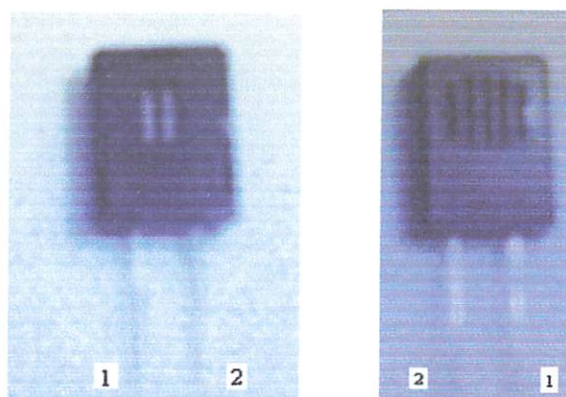
Kelembaban Relatif/Relative Humidity (RH) adalah suatu perbandingan yang dinyatakan dalam persentase, banyaknya porsen uap air didalam atmosfer terhadap jumlah yang dibutuhkan untuk memenuhinya pada suhu yang sama. Kelembaban relative berubah-ubah menyesuaikan suhu. RH 50% " $\pm 5\%$ ", symbol " $\pm 5\%$ " menjelaskan adanya batas toleransi 5%, yaitu lebih 2,5% atau kurang

2,5% dari standar 50%, yang berarti tidak boleh kurang dari 47,5% dan lebih dari 52,5%.

Kelembaban adalah salah satu faktor yang menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah. Kelembaban dapat diukur dengan berbagai macam metode, salah satunya adalah dengan menggunakan sensor kelembaban RHK1AN yaitu sebuah sensor kelembaban yang resistansinya dapat berubah-ubah sesuai kondisi kelembaban udara yang terjadi saat itu.

Dalam melakukan pengukuran kelembaban pada suatu daerah sangat bergantung pada suhu udara sebagai faktor yang sangat berpengaruh terhadap kelembaban saat itu. Persen % RH (*Relative Humidity*) besarnya relative tergantung suhu udara saat itu, dalam arti bahwa persen kelembaban mempunyai nilai berbeda untuk suhu yang berbeda walaupun nilai resistansi sensor sama. Hal ini dapat dilihat pada table 2.10 berikut ini:

(Sumber: DT-51 Application Note AN27 - Temperature & Humidity)



Gambar 2.5. Tampak belakang dan depan RHK1AN

Spesifikasi dari sensor kelembaban RHK1AN :

- Kapasitas temperatur pada $-40 - +85^{\circ}\text{C}$

- Kapasitas kelembaban kurang dari 95% RH
- Diporerasikan pada temperature 0 – 60°C
- Dioperasikan pada kelembaban 20 – 90% RH
- Tegangan rata-rata AC 1 Volt (50 Hz – 1 KHz)
- Daya rata-rata 0,3 mWatt
- Standart karakteristik 60 kΩ (at 25°C, 60% RH)
- Ketelitian < +3% RH
- *Hysterisis Within 3% RH*

(Sumber: Data Sheet Sensor RHK1AN)

Table 2-1 Karakteristik Kelembaban pada Temperatur

% RH	Resistansi (KΩ)					
	pada 5°C	pada 15°C	pada 25°C	pada 35°C	pada 45°C	pada 55°C
20	16000	10000	6500	4200	2500	1500
25	10000	6500	4200	2500	1500	930
30	6500	4200	2500	1500	930	510
35	4200	2500	1500	930	510	275
40	2500	1500	930	510	275	130
45	1500	930	510	275	130	65
50	930	510	275	130	65	36
55	510	275	130	65	36	19,5
60	275	130	65	36	19,5	11
65	130	65	36	19,5	11	6,5
70	65	36	19,5	11	6,5	3,5
75	36	19,5	11	6,5	3,5	1,95
80	19,5	11	6,5	3,5	1,95	1,2
85	11	6,5	3,5	1,95	1,2	0,7
90	6,5	3,5	1,95	1,2	0,7	0,4

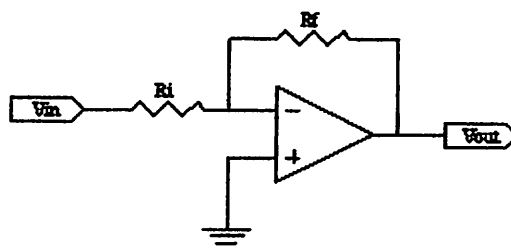
(Sumber : Data Sheet Sensor RHK1AN)

2.4. Penguat Instrumentasi

Operational amplifier atau disingkat Op-Amp merupakan salah satu komponen analog yang populer digunakan dalam berbagai aplikasi rangkaian elektronika. Pemakaian penguat instrumentasi adalah untuk memperkuat sinyal dari transducer atau sensor dan lebih dikenal dengan rangkaian pengkondisi sinyal. Karena penguat instrumentasi adalah penguat dengan umpan balik tertutup, maka penguat instrumentasi ini dibuat dengan menggunakan penguat operasional amplifier.

2.4.1. Inverting Amplifier

Penguat inverting amplifier ini merupakan penguat yang membalik artinya pada penguat ini polaritas tegangan output merupakan kebalikan dari inputnya. Berikut ini merupakan gambar dari rangkaian penguat inverting amplifier.



Gambar 2.6
Penguat Inverting Amplifier

Untuk penguatan pada penguat inverting adalah sebagai berikut:

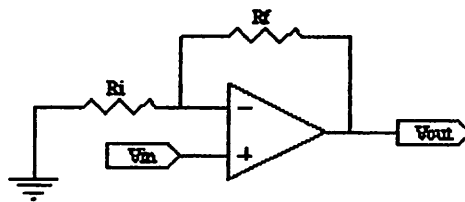
$$A_v = -\frac{R_f}{R_i}$$

$$V_{out} = A_v \times V_{in}$$

$$= V_{in} \left(-\frac{R_f}{R_i} \right)$$

2.4.2. Non-Inverting Amplifier

Penguat Non-Inverting adalah penguat operasional amplifier tak membalik, jadi tegangan output penguat ini polaritasnya tetap. Berikut ini merupakan gambar dari penguat non-inverting amplifier.



Gambar 2.7
Penguat Non Inverting Amplifier

Untuk penguatan pada penguatan non-inverting adalah sebagai berikut:

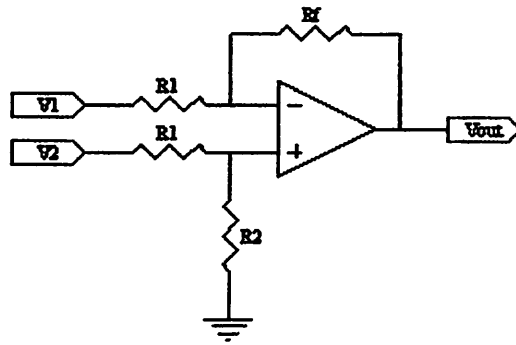
$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$

$$V_{out} = A_v \times V_{in}$$

$$= \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right) \times V_{in}$$

2.4.3. Differensial Amplifier

Penguat differensial merupakan penguat operasional amplifier yang mempunyai dua inputan yang kemudian selisih kedua input ini dikuatkan. Berikut ini merupakan gambar penguat differensial:



Gambar 2.8
Penguat Differensial Amplifier

Berikut merupakan persamaan penguatan pada penguat differensial amplifier:

$$A_v = \frac{R_f}{R_i}$$

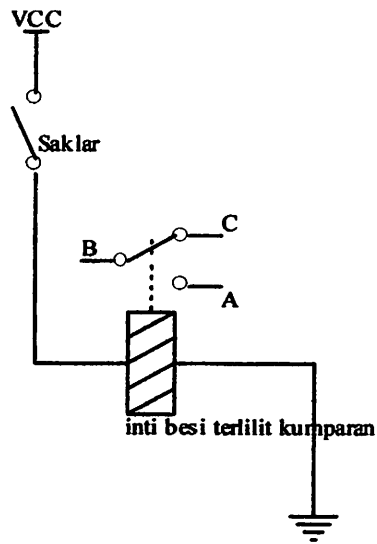
$$V_{out} = A_v (V_2 - V_1)$$

$$= \frac{R_f}{R_i} (V_2 - V_1)$$

(Sumber: Panduan Praktikum Dasar Elektronika, 2005)

2.6. Relay

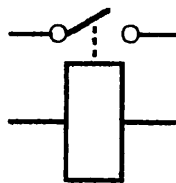
Relay adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah besi lunak. Jika kumparan dialiri arus listrik maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kotak AB terhubung dan BC terputus.



Gambar 2.9 Cara Kerja Relay^[10]

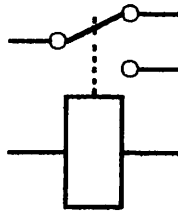
Relay merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memerlukan kontak antara komponen yang satu dengan yang lain. Dalam memutus atau menghubungkan kontak digerakkan oleh *fluksi* yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi lunak. Ada beberapa macam relay, antara lain:

- SPST (*Single Pin Single Terminal*)



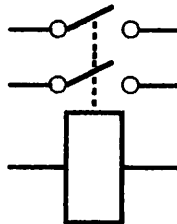
Gambar 2.10 Relay SPST^[10]

- SPDT (*Single Pin Dual Terminal*)



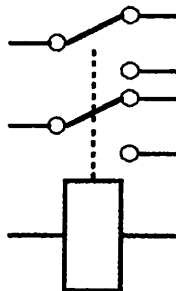
Gambar 2.11 Relay SPDT^[10]

- DPST (*Dual Pin Single Terminal*)



Gambar 2.12 Relay DPST^[10]

- DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*)



Gambar 2.13 Relay DPDT^[10]



BAB III

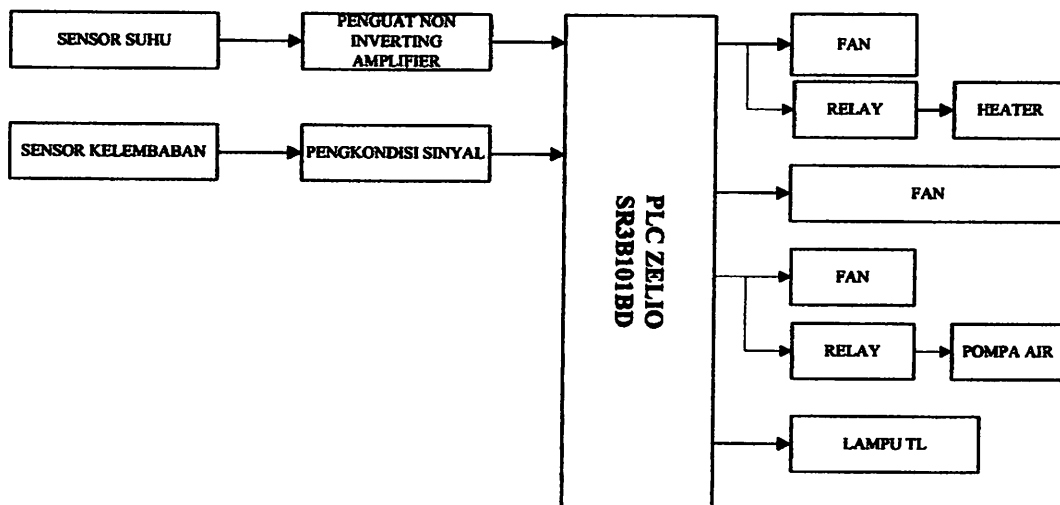
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini akan membahas tentang perencanaan dan perancangan alat yang meliputi perencanaan perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software) dari kontrol suhu dan kelembaban pada green house yang termonitor dengan PLC ini. Perancangan secara keseluruhan dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)
2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

3.1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Digram blok sistem sebagai berikut:



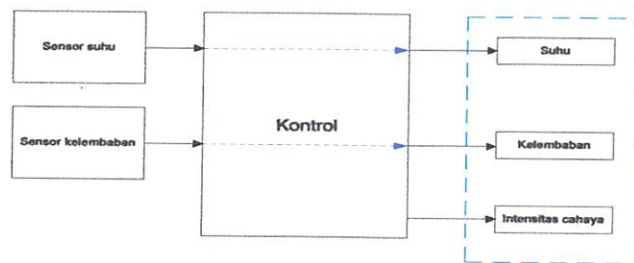
Gambar 3-1 Digram Blok Sistem

Dari gambar blok diagram 3-1 dapat dijelaskan cara kerjanya sebagai berikut:

- Sensor Suhu dipergunakan untuk mendeteksi suhu pada green house

- Sensor Kelembaban dipergunakan untuk mendeteksi kelembaban pada green house
- Pengkondisi Sinyal disini berfungsi untuk menguatkan tegangan output dari sensor sebelum diinputkan ke PLC
- PLC berfungsi sebagai pengontrol semua system, dalam PLC ini dilengkapi LCD display, keypad, 6 inputan (4 input analog dan 2 input digital), 4 output relay
- Fan untuk menambah kelembaban dan mengurangi suhu udara yang tinggi
- Pompa air akan aktif jika kondisi kelembaban didalam ruangan kurang dari 70%
- Lampu TL akan menyala antara pukul 22.30-01.00 berfungsi untuk lebih mempercepat pertumbuhan generatif tanaman krisan

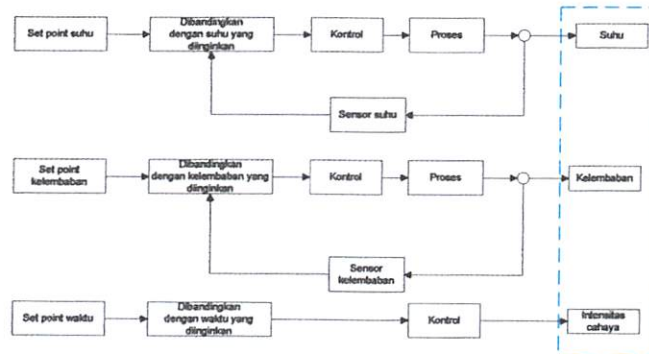
3.1.1. Perancangan proses kerja alat



Gambar 3-2 Digram Blok analisa Sistem Perancangan proses kerja alat

- Sensor suhu akan mengukur berapa temperatur didalam ruangan dan akan mengirim berapa nilai yang dibaca kekontrol yaitu PLC. Kemudian PLC akan mengaktifkan output yang bisa menambah dan mengurangi suhu ruangan.
- Lampu akan diaktifkan PLC pukul 22.30-01.00 untuk intensitas cahaya

- Sensor kelembaban akan mengukur berapa kelembaban didalam ruangan dan akan mengirim berapa nilai yang dibaca kekontrol yaitu PLC. Kemudian PLC akan mengaktifkan output yang bisa menambah dan mengurangi kelembaban ruangan.

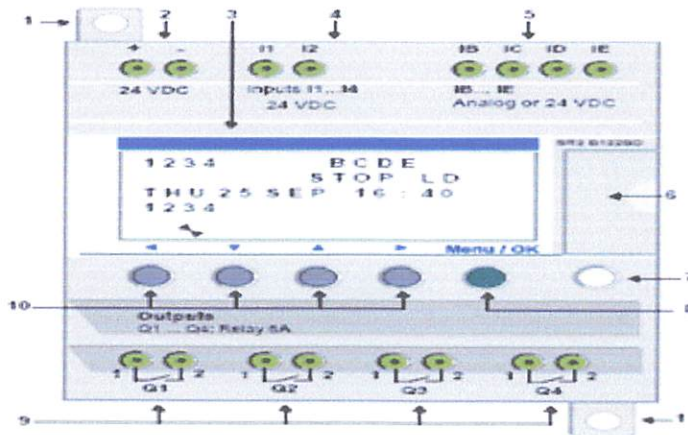


Gambar 3-3 Digram Blok Sistem Kendali

Implementasi	
Sensor suhu	LM35
Sensor kelembaban	RHK1AN
Proses	Program FBD
Kontrol	PLC
Pembanding	Program compare didalam program FBD
Set point suhu	16°C-18°C dan 20°C-26°C
Set point kelembaban	70% - 80%

3.1.2. Perancangan PLC Zelio SR3B101BD

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan input luar atau "Input Device". Peralatan input dapat berupa sakelar, tombol, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan input ini berupa sinyal-sinyal analog atau sinyal-sinyal digital. Kemudian, oleh unit pemroses pusat atau "Central Processing Unit" (CPU) yang ada didalam PLC ditetapkan di dalam ingatan memorinya yang sebelumnya sudah diprogram dengan program FBD dalam komputer.



Gambar 3.4. PLC Zelio SR3B101BD

Penjelasan dari panel-panel yang digunakan :

- Panel no.5 yaitu input analog (IB, IC, ID, dan IE), IB untuk input sensor suhu (LM35) dan IC untuk input sensor kelembaban
- Panel no.2 untuk power supply 24 Volt
- Panel no.9 yaitu output analog Relay 8A, 24 Volt (Q1, Q2, Q3, dan Q4) :
 - Q1. Dihubungkan dengan relay Heater
 - Q2. Dihubungkan dengan Fan
 - Q3. Dihubungkan dengan relay Pompa air
 - Q4. Dihubungkan dengan relay lampu

3.1.3. Sensor

3.1.2.1.Sensor Suhu

Sensor ini berfungsi sebagai pengindera suhu dalam green house dan mengubah informasi tersebut menjadi tegangan analog. Digunakan sensor LM 35 dengan pertimbangan antara lain sederhana rangkaiannya, keluarannya linier

terhadap suhu, kepekaan cukup baik, terkalibrasi langsung dalam derajat celcius, serta murah dan mudah didapatkan.

Kepekaan sensor terhadap suhu adalah sebesar 0.01 Volt/°C dengan akurasi sebesar ± 2°C. Dengan menghubungkan pin Gnd ke tanah, maka batas bawah keluarannya adalah 0 Volt untuk 0°C sehingga keluarannya sebesar 1Volt pada 100°C. Karena suhu yang dibutuhkan antara 16°C sampai 26°C, maka suhu yang dibahas dibatasi antara 10°C sampai 35°C.

Jadi untuk perhitungan Vout dari sensor suhu yang dibaca PLC :

- Input PLC 0-10 Volt dengan range 0-255

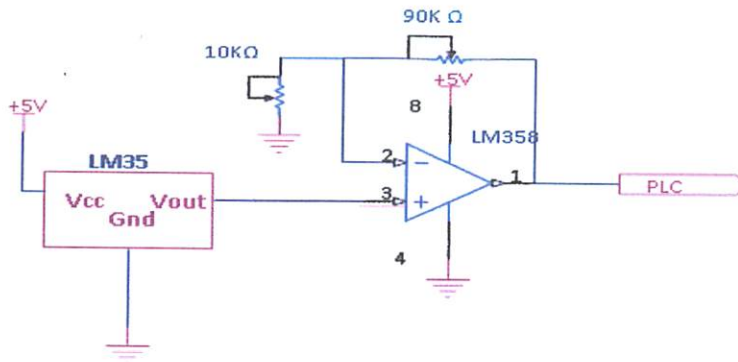
$$\text{Range (0)} = \left(\frac{10000mVolt}{256} \right)$$

$$\text{Range (0)} = 39,0625 \text{ mVolt}$$

Range	Volt(m Volt)	Rumus
0	39,0625	x 1
1	78,1250	x 2
-	-	-
15	625	x 16
-	-	-
17	703,125	x 18
-	-	-
19	781,25	x 20
-	-	-
25	1015,625	x 26
-	-	-
255	10000	x 256

- Output sensor suhu 10 mVolt /°C berawal dari 0°C sampai 150°C

Rangkaian pengkondisi sinyal digunakan untuk menguatkan sinyal yang diterima dari sensor sehingga dapat diterima dan diproses oleh PLC. Rangkaian ini menggunakan IC penguat LM 358 yang didalamnya terdapat 2 op-amp sedangkan op-amp yang dipakai hanya 1, dapat menggunakan catu daya *non* simetris , hemat daya dan mempunyai penguatan yang cukup. Op-amp memakai penguat non-inverting karena tegangan dari LM35 berupa DC dan penguat op-amp ini tak membalik, jadi tegangan output penguat ini polaritasnya tetap. Untuk outputan dari penguatan sensor ini terhubung langsung ke input PLC pada input analog. Berikut ini pada gambar 3-4 adalah rangkaian penguat sinyal sensor suhu :



Gambar 3.5.

Rangkaian Penguat Non Inverting Amplifier Sensor Suhu

Untuk menghitung tegangan output dari sensor ini pada saat membaca temperature adalah :

$$V_{out} = \text{Temp} \times 10\text{mV} / ^\circ\text{C}$$

Dimana :

V_{out} : Tegangan output dari sensor LM35 (Volt)

Temp : Besarnya suhu yang dibaca sensor ($^\circ\text{C}$)

Sebagai contoh :

Jika suhu yang diukur 1°C maka tegangan output sensor LM35 adalah :

$$V_{out} = 1^{\circ}\text{C} \times 10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$$

$$V_{out} = 10 \text{ mV}$$

Sedangkan untuk mendapatkan tegangan keluaran ini maka output dari sensor diumpankan kesuatu rangkaian penguat *non-inverting* dengan menggunakan IC LM358, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$A_v = \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right)$$

Dari rumus tersebut dapat kita hitung besarnya penguatan dari penguat *non-inverting*, bila dari rangkaian:

Diketahui :

$$R_i = 90 \text{ K}\Omega$$

$$R_f = 10 \text{ K}\Omega$$

Maka penguatannya :

$$A_v = \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right)$$

$$= \left(1 + \frac{90000}{10000} \right)$$

$$A_v = 10$$

Jadi dari perhitungan diatas diketahui penguatannya sebesar 10 kali. Sesudah output dikuatkan sebesar itu maka nilai 1°C dari sensor suhu sebesar 100 mVolt sesuai yang diharapkan. Perhitungan output sensor suhu yang mewakili range dalam memrogram PLC adalah sebagai berikut :

Suhu	Range PLC	Tegangan (mVolt)
16°C	40	1601,563
-	-	-
18°C	45	1796,875
-	-	-
20°C	51	2031,25
-	-	-
26°C	66	2617,188
-	-	-
100°C	255	10000

3.1.2.2.Sensor Kelembaban

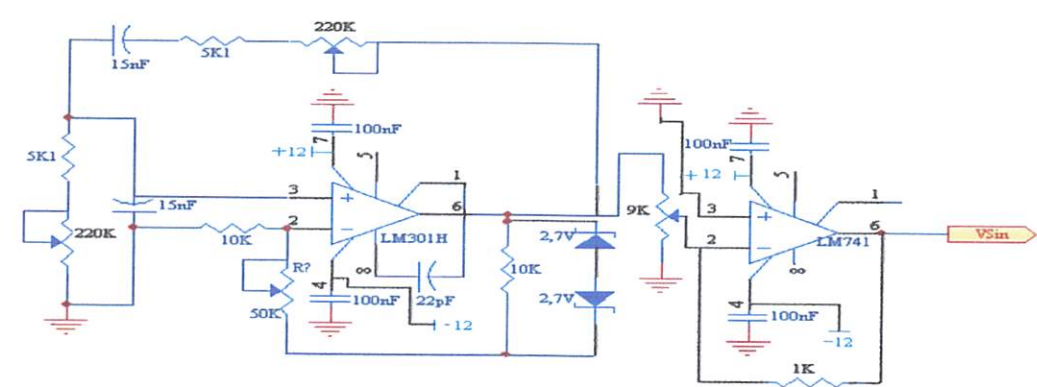
Dalam melakukan pengukuran kelembaban pada suatu ruangan atau daerah maka kita harus memasukkan suhu sebagai faktor yang sangat berpengaruh terhadap kelembaban tersebut. Kelembaban Relatif / *Relative Humidity* (RH) adalah suatu perbandingan yang dinyatakan dalam prosentasi, banyaknya persen uap air di dalam atmosfer terhadap jumlah yang dibutuhkan untuk memenuhinya pada suhu yang sama. Kelembaban relatif berubah-ubah menyesuaikan suhu. RH 50% " $\pm 5\%$ ", simbol " $\pm 5\%$ " menjelaskan adanya batas toleransi 5%, yaitu lebih 2,5% atau kurang 2,5% dari standar 50%, yang berarti tidak boleh kurang dari 47,5% dan lebih dari 52,5%. Suhu 20 °C " $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ "; simbol " $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ " menjelaskan adanya batas toleransi 2 °C, yaitu lebih satu atau kurang satu dari standar 20°C, yang berarti tidak boleh kurang dari 19 °C dan lebih dari 21 °C.

Kelembaban dapat diukur dengan berbagai macam cara, maka pada perancangan alat ini digunakan sensor kelembaban RHK1AN. Untuk dapat mengambil sinyal

hasil pengukuran dari sensor kelembaban, maka diperlukan rangkaian pengkondisi sinyal pada sensor tersebut.

Untuk menjaga kondisi sensor RHK1AN terhindar dari gangguan korosi akibat perubahan kondisi udara maka sebelumnya diberikan tegangan AC dengan suatu pembangkit tegangan AC. Generator sinus diatur untuk menghasilkan sinyal sinusoida antara 50 Hz sampai 1 KHz dengan amplitudo 1 V ($V_{rms} = 1\text{ V}$). Sinyal sinus diumpankan pada rangkaian jembatan dan outputnya dimasukkan pada penguat *inverting*.

Rancangan pengkondisi sinyal untuk sensor kelembaban udara ini terdiri dari beberapa bagian yaitu: pembangkit tegangan AC, pengkondisi sinyal, dan penyearah tegangan AC ke DC.



Gambar 3-6
Rangkaian Pembangkit Tegangan AC

Diketahui:

$$R1 = 5,1\text{ K}\Omega$$

$$R2 = 176\text{ K}\Omega$$

$$C = 15\text{ nF}$$

Sehingga:

$$f = \frac{1}{1,1.R.C}$$

$$f = \frac{1}{1,1(5,1.10^3 + 176.10^3).(15.10^{-9})}$$

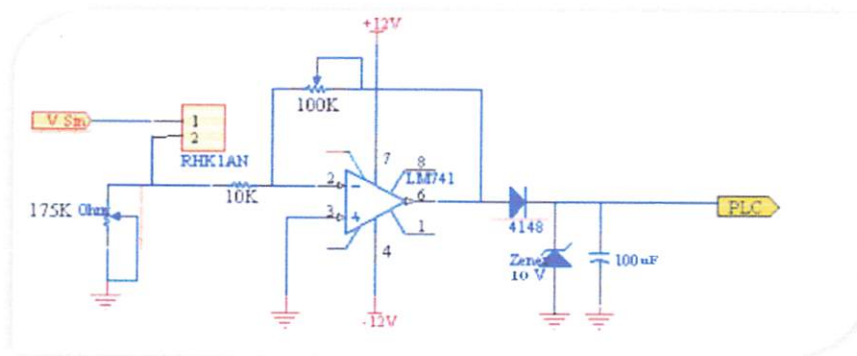
$$f = \frac{1}{1,1(225,1.10^3).(15.10^{-9})}$$

$$f = \frac{1}{2,98815.10^{-3}}$$

$$f = 334,6552 \text{ Hz}$$

Jika dilihat pada datasheet sensor RHK1AN, frekuensi yang dibutuhkan oleh sensor RHK1AN adalah antara 50 Hz sampai 1 KHz. Sehingga frekuensi yang dihasilkan oleh generator sinus ini sudah sesuai dan memenuhi syarat.

Setelah pembangkit tegangan AC diberikan pembatas tegangan berupa dua buah diode zener 2,7 Volt agar tegangan AC yang diberikan terhadap RHK1AN tidak melebihi dari 2,7 Volt.



Gambar 3-7
Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban
dan Penyearah Tegangan AC ke DC

Kemudian sinyal dari sensor dikuatkan lagi oleh penguat *inverting* yang penguatannya dapat dihitung:

Pada:

$$R_f = 10 \text{ K}\Omega$$

$$R_i = 1 \text{ K}\Omega$$

Sehingga:

$$A_v = -\frac{R_f}{R_i}$$

$$A_v = -\frac{10 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^3}$$

$$A_v = 10$$

Penguatannya 10 kali

Dan $V_{out} = A_v \times V_{in}$

$$V_{out} = 10 \times V_{in}$$

Selanjutnya V_{out} yang bertegangan AC tadi disearahkan oleh sebuah diode 1N4148 yang kemudian diinputkankan pada PLC untuk diproses selanjutnya.

3.1.4. Heater

Untuk perancangan heater (pemanas) digunakan element solder karena heater disini memakai supply tegangan 220 VAC dan disamping itu temperaturnya sesuai yang diharapkan dalam miniature greenhouse. Heater aktif jika suhu berkurang dan tidak aktif jika suhu lebih.

3.1.5. Fan

Fan digunakan untuk membuang udara panas didalam ruangan keluar, selain itu fan berfungsi untuk sirkulasi udara. Fan juga aktif jika pompa air aktif karena berfungsi untuk menambah kelembaban udara. Untuk menggerakkan fan ini dengan cara memutar motor DC yang terdapat pada fan.

3.1.6. Pompa air

Pompa air digunakan untuk menambah % RH jika didalam ruangan kelembabanya kurang.

3.1.7. Lampu TL

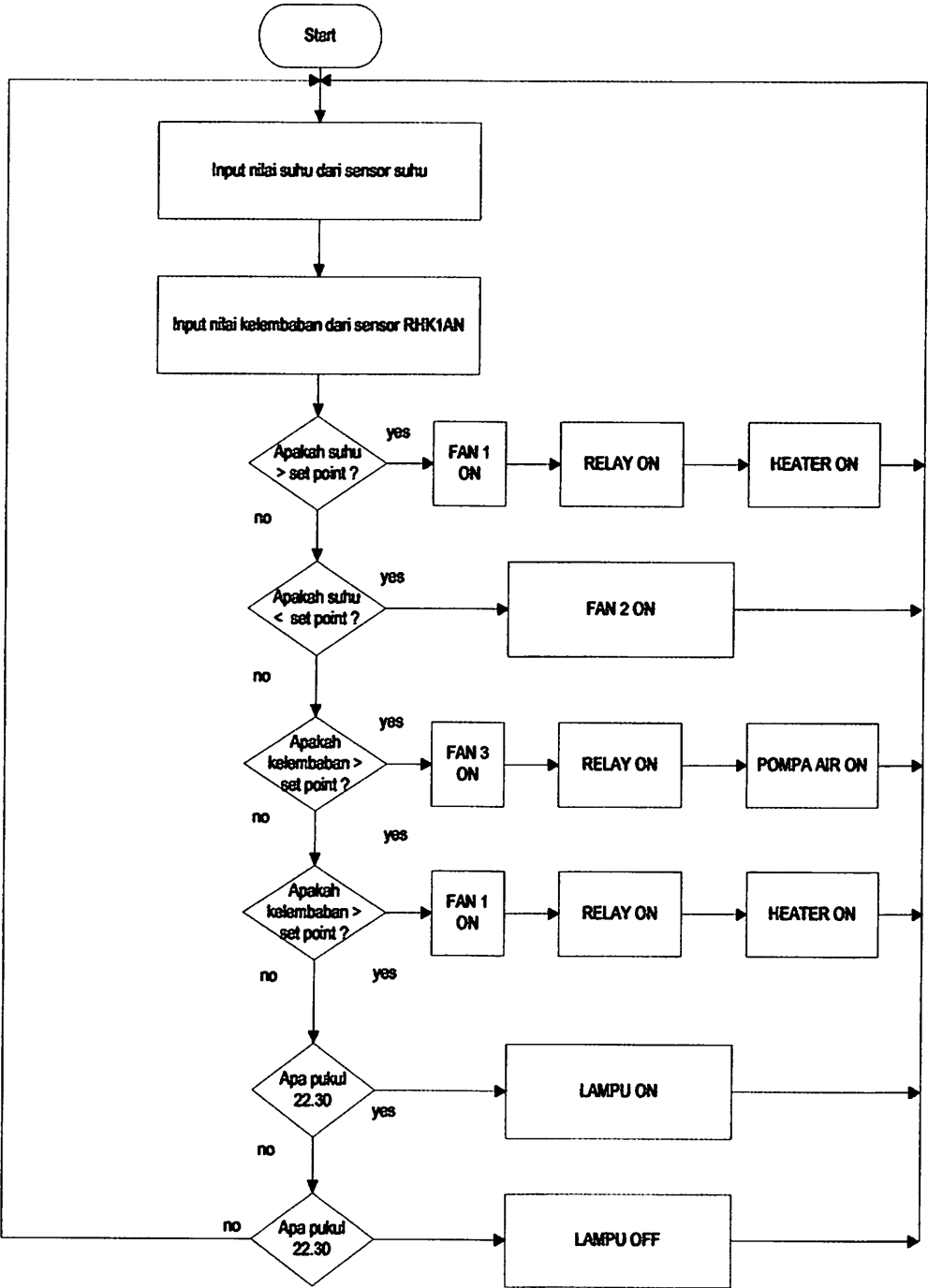
Lampu TL akan menyala antara pukul 22.30-01.00 berfungsi untuk lebih mempercepat pertumbuhan generatif tanaman krisan.

3.2. Perencanaan Perangkat Lunak (*Software*)

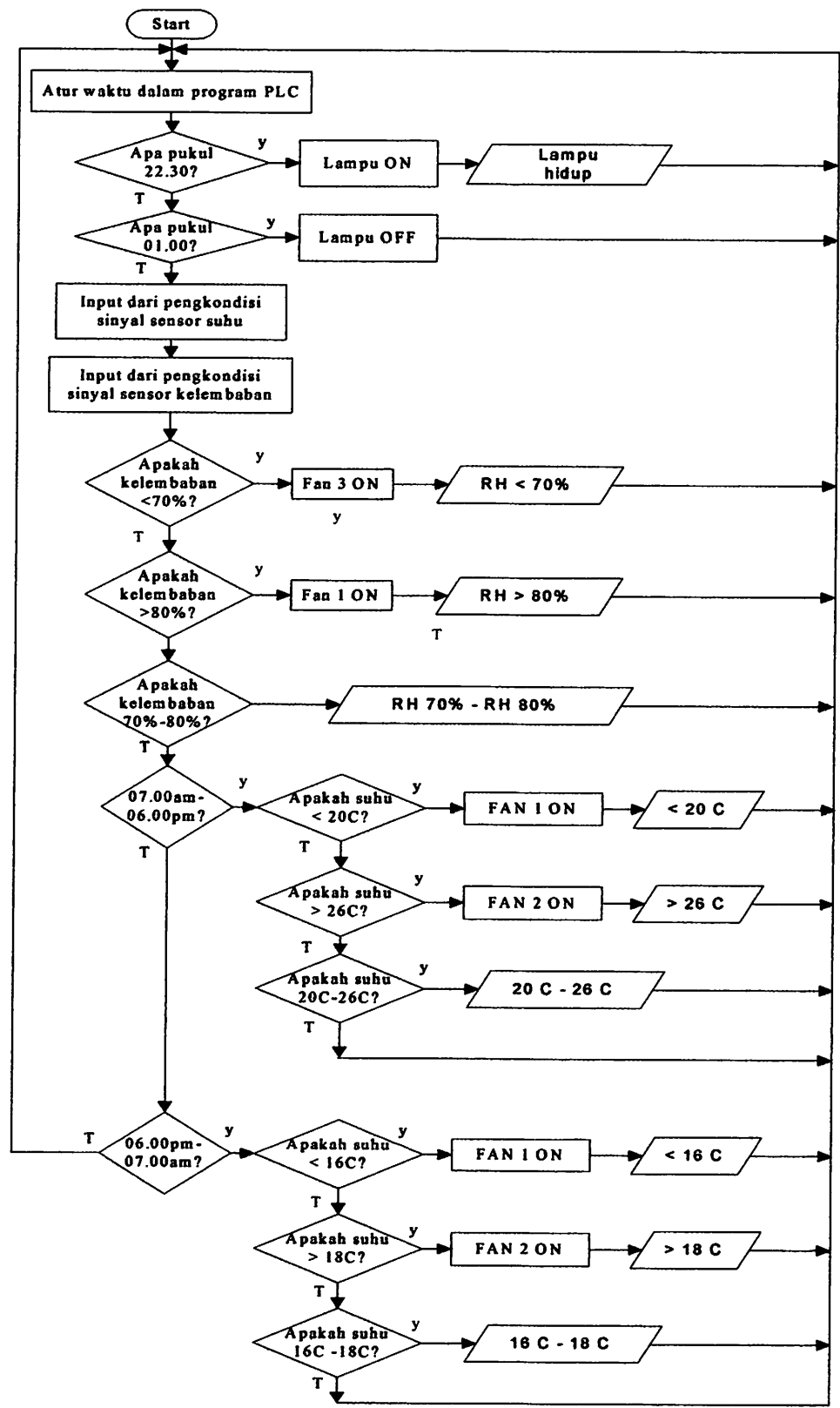
Untuk mendukung *hardware* yang sudah dibuat, maka dibutuhkan perangkat lunak (*software*) supaya perangkat keras tersebut bisa berjalan sesuai dengan tujuan. *PLC Zelio SR3B101BD* dapat mengendalikan seluruh sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan kerja yang harus dilaksanakan. Dalam perancangan alat ini perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman FBD (*Function Block Diagram*).

Sebelum membuat perangkat lunak, terlebih dahulu dibuat diagram alir (*flowchart*) dari proses yang akan dibuat supaya memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak (*software*).

3.3. FLOWCHART



3.4. FLOWCHART PROGRAM PLC



BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Dalam bab ini membahas tentang pengujian dan pengukuran dari peralatan yang dibuat. Secara umum pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi perencanaan yang telah ditetapkan.

4.1. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

4.1.1. Pengujian Rangkaian Sensor LM 35

a. Tujuan

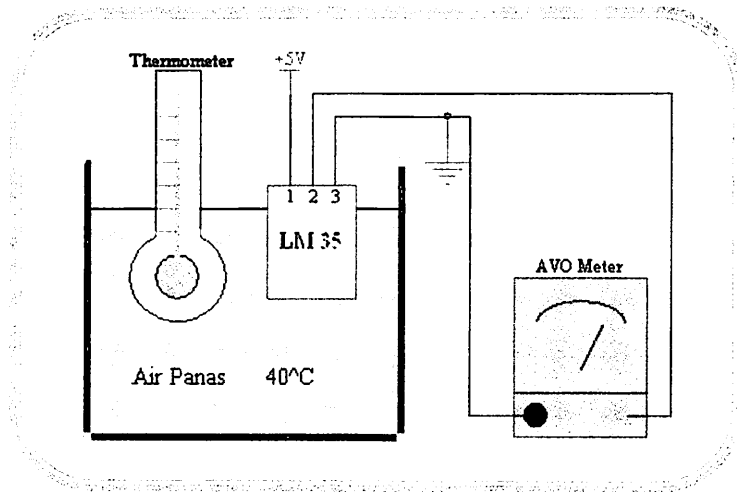
Untuk mengetahui besarnya tegangan output dari sensor *temperature* LM 35 berdasarkan perubahan temperature dari ruangan.

b. Peralatan yang digunakan

- Rangkaian yang akan diuji
- Voltmeter Digital (DT9205B)
- Sumber Tegangan +5 Volt
- Air Panas
- Termometer

c. Langkah-langkah pengujian

1. Merangkai rangkaian seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4-1

Rangkaian Pengujian Sensor Suhu

2. Menghubungkan kaki IC LM 35 dengan tegangan DC +5 Volt pada kaki untuk Vcc, dengan Ground, dan kaki Vout ke Multimeter.
3. Meletakkan sensor LM 35, Air panas, dan Termometer pada satu tempat.
4. Melakukan pengukuran pada kaki output IC LM 35 dari suhu tinggi sampai suhu menurun sesuai berubahnya suhu air.

d. Analisa

Dari pengukuran dan pengamatan diuji apakah sensor suhu bekerja sesuai dengan input atau perubahan *temperature* ruangan.

Untuk hasil perhitungan dari sensor suhu dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_{out} = 10\text{mV} \times T$$

Dimana:

10mV = ketetapan tegangan setiap kenaikan 1°C

T = perubahan *temperature*

Contoh: Jika diketahui pada termometer menunjukkan *temperature* sebesar 25,1°C. Maka berapakah tegangan output yang dikeluarkan oleh LM 35?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} V_{out} &= 10 \times 25,1 \\ &= 251 \text{ mV} \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel perbandingan tegangan output antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan dari sensor suhu LM 35:

Tabel 4-1

Perbandingan Tegangan Output Hasil Perhitungan Suhu dari LM35 dengan Pengukuran Thermometer

Pengujian ke-	Pengukuran Suhu dengan Termometer (°C)	Tegangan Output (mV)	
		Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran
1	16	160	161
2	17	170	170
3	18	180	180,2
4	19	190	191
5	20	200	202
6	21	210	210,2
7	22	220	221
8	23	230	230,2
9	24	240	242
10	25	250	250,4
11	26	260	260,6

Setiap kenaikan tegangan 10 mV \approx 1 °C, maka dari hasil pengukuran sensor suhu LM 35 dapat dihitung:

$$PengukuranSuhu(LM35) = \frac{V_{out\ Pengukuran}}{10mV}$$

Contoh: Jika diketahui pengukuran suhu dengan Thermometer sebesar 25,1°C,

$V_{out(pengukuran)} = 252\text{ mV}$. Berapakah pengukuran suhu dengan LM 35?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} PengukuranSuhu(LM35) &= \frac{252mV}{10mV} \\ &= 25,2\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

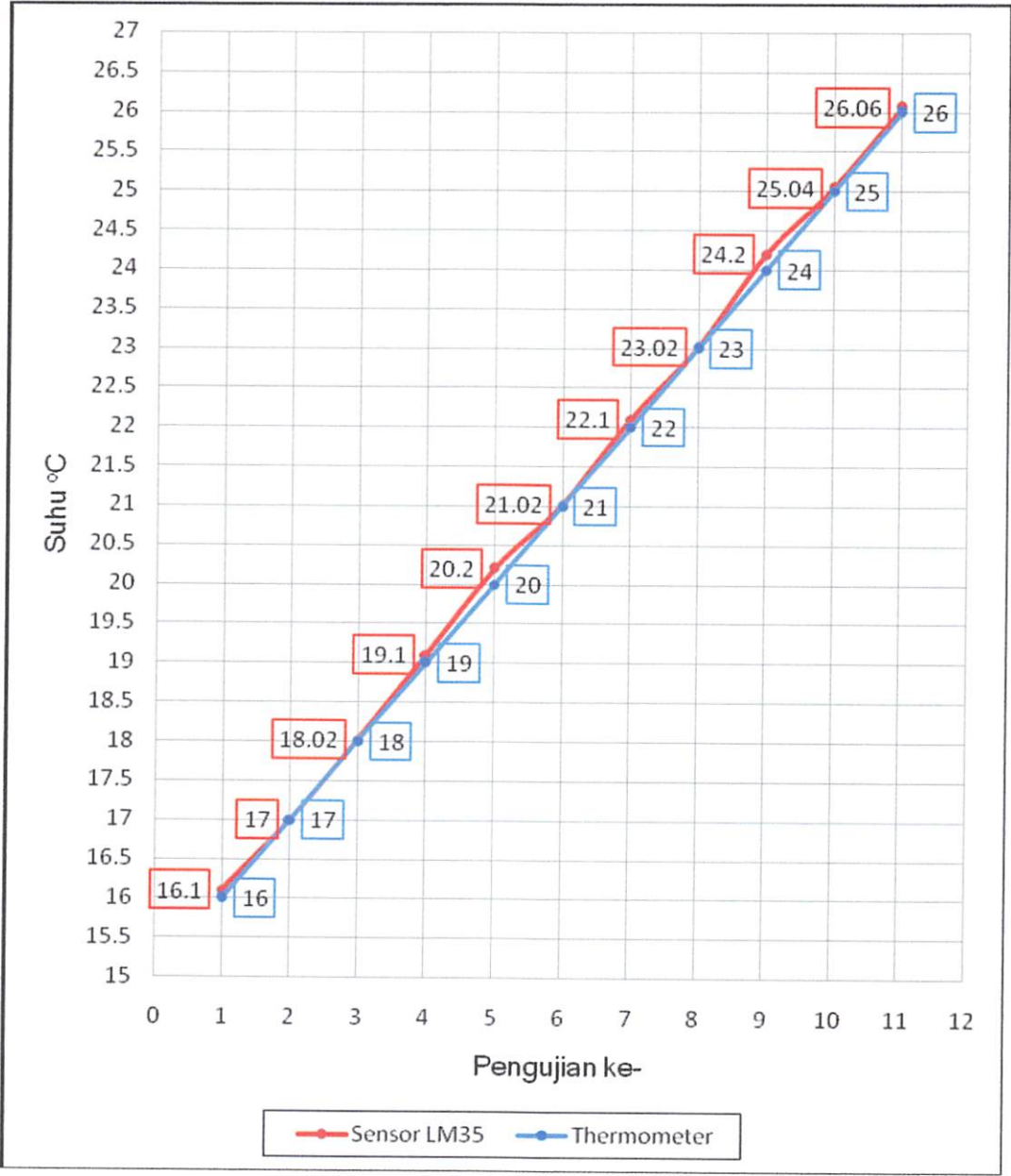
Berikut merupakan tabel perbandingan antara pengukuran suhu menggunakan termometer dibandingkan dengan pengukuran suhu menggunakan sensor LM 35:

Tabel 4-2

**Perbandingan antara Pengukuran Suhu menggunakan Termometer
Dibandingkan dengan Pengukuran Suhu Menggunakan Sensor LM 35**

Pengujian ke-	Pengukuran Suhu (°C)	
	Thermometer	Sensor LM 35
1	16	16,1
2	17	17,0
3	18	18,02
4	19	19,1
5	20	20,2
6	21	21,02
7	22	22,1
8	23	23,02
9	24	24,2
10	25	25,04
11	26	26,06

Dari hasil pengujian sensor suhu menggunakan Termometer dan menggunakan LM 35 dengan 16 data pengujian, didapat grafik hubungan antara N(jumlah pengujian) dan suhu (°C) sebagai berikut:



Grafik 4-1

Karakteristik Perbedaan Pengukuran Suhu Thermometer dan Suhu LM 35

Dan dari tabel 4-1 diatas dapat dicari persentase kesalahan (% Error) antara perhitungan dari sensor suhu dengan pengukuran termometer. Kesalahan dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$E = \left| \frac{Pengukuran - Perhitungan}{Perhitungan} \right| \times 100\%$$

Contoh: Jika diketahui hasil tegangan output perhitungan sebesar 252 mV dan tegangan output pengukuran 251 mV, maka persentase error/kesalahannya adalah:

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} E &= \left| \frac{(160 - 161)}{160} \right| \times 100\% \\ &= \frac{1}{160} \times 100\% \\ &= 0,625 \, \% \end{aligned}$$

Dengan rumus diatas dapat diketahui persentase kesalahan (error) dari alat yang dibuat seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4-3
Persen Kesalahan (% Error) Tegangan Output Lm 35 antara
Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan

Pengujian ke-	Tegangan Output Perhitungan (mV)	Tegangan Output LM 35 (mV)	Kesalahan (Error) (%)
1	160	161	0,625
2	170	170	0
3	180	180,2	0,11
4	190	191	0,526

5	200	202	0,99
6	210	210,2	0,95
7	220	221	0,45
8	230	230,2	0,86
9	240	242	0,83
10	250	250,4	0,16
11	260	260,6	0,23
% Kesalahan (Error) rata-rata			0,521

Dari tabel 4-3 tersebut didapatkan bahwa kesalahan (Error) rata-rata dalam persen adalah 0,521 %. Dari pengamatan pengujian alat, kesalahan terjadi karena faktor keakuratan dan kepresisian komponen yang digunakan serta alat ukur yang digunakan.

4.1.2. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu

a. Tujuan

Untuk mengetahui apakah rangkaian pengkondisi sinyal bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

b. Peralatan yang digunakan

- Rangkaian yang akan diuji
- 2 buah Multimeter digital (DT9205B, DT9202)
- Sumber tegangan +5 Volt
- Termometer

c. Langkah-langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian seperti pada gambar dibawah ini:

$$= 10 \text{ kali}$$

Dimana:

V_{in} = tegangan input (V)

A_v = penguatan dari non-inverting amplifier (kali)

Contoh: Jika diketahui tegangan input sebesar 0,252 Volt, maka berapakah tegangan output dari penguat pada rangkaian pengkondisi sinyal?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} V_{out} &= 10 \times 0,252 \\ &= 2,52 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Dari pengukuran dan perhitungan tegangan output rangkaian pengkondisi sinyal dapat ditunjukkan dalam tabel 4-3 sebagai berikut:

Tabel 4-4

Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu

Pengujian ke-	Tegangan Input (Volt)	Tegangan Output (Volt)	
		Perhitungan	Pengukuran
1	0,252	2,52	2,57
2	0,261	2,61	2,65
3	0,271	2,71	2,73
4	0,281	2,81	2,81
5	0,29	2,9	2,92
6	0,3	3,0	3,04
7	0,311	3,11	3,13
8	0,323	3,23	3,24
9	0,45	4,5	4,54
10	0,525	5,25	5,27

Dari hasil pengujian Rangkaian pengkondisi sinyal sensor suhu diatas diperoleh:

$$\Sigma V_{\text{out(pengukuran)}} = 32,90 \text{ Volt}$$

$$\Sigma V_{\text{in}} = 3,264 \text{ Volt}$$

Dan penguatan rata-rata pada alat sebenarnya bisa dihitung dengan menggunakan rumus:

$$A_v = \frac{\Sigma V_{\text{out(pengukuran)}}}{\Sigma V_{\text{in}}}$$

$$A_v = \frac{32,9}{3,264}$$

$$= 10,0796 \approx 10 \text{ kali (} A_v \text{ perencanaan} = 10 \text{ kali)}$$

Dari tabel 4-4 diatas dapat dicari persentase kesalahan (%error) dari rangkaian pengkondisi sinyal. Untuk persentase kesalahan dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E = \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

Contoh: Jika diketahui hasil tegangan output perhitungan sebesar 0,504 Volt dan tegangan hasil pengukuran sebesar 0,5 Volt, maka persentase error atau kesalahan adalah?

Penyelesaian:

$$E = \left| \frac{0,5 - 0,504}{0,504} \right| \times 100\%$$

$$E = 0,79\%$$

Dengan rumus diatas dapat diketahui persentase kesalahan (error) dari alat yang dibuat seperti yang ditunjukkan pada tabel 4-5 berikut:

Tabel 4-5
Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Rangkaian
Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu

Pengujian ke-	Tegangan Output (Volt)		% Kesalahan (Error)
	Perhitungan	Pengukuran	
1	2,52	2,57	1,98
2	2,61	2,65	1,53
3	2,71	2,73	0,73
4	2,81	2,81	0
5	2,9	2,92	0,68
6	3,0	3,04	1,33
7	3,11	3,13	0,64
8	3,23	3,24	0,3
9	4,5	4,54	0,88
10	5,25	5,27	0,57
Persentase (%) kesalahan rata-rata			0,864

4.2. Pengujian Rangkaian Sensor Kelembaban

4.2.1. Pengujian Rangkaian Generator Sinus

a. Tujuan

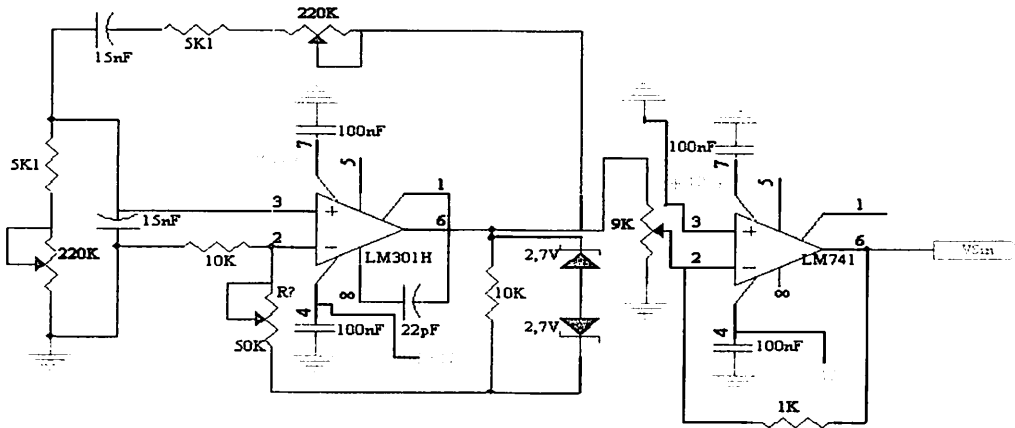
Untuk mengetahui besar frekuensi dan tegangan yang dibangkitkan oleh rangkaian generator sinus telah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh sensor kelembaban (RHK1AN) yaitu dengan frekuensi berkisar antara 50 Hz sampai 1 KHz dengan V rms sebesar 1 V.

b. Peralatan yang digunakan

- Rangkaian pengujian Generator Sinus
- Oscilloscope (HEWLETT PACKARD 54601A)

c. Langkah pengujian

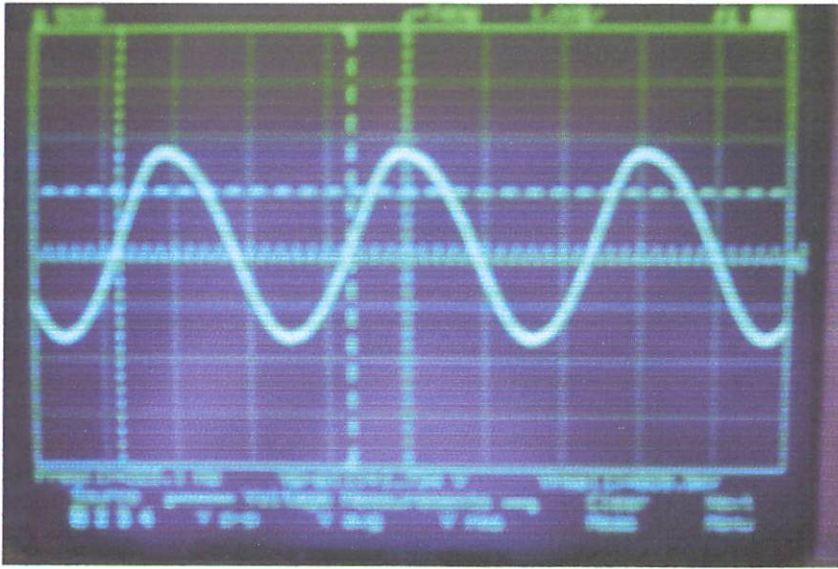
Pengujian dilakukan dengan cara melihat sinyal output *Osilator*, yaitu pada pin output LM 741 (Pin 6), *Osilloscope* diset pada 500 V / div dan 1.00 ms /div, Probe merah pada *Osilloscope* dipasang pada pin 6 pada LM 741 dan probe hitam *Osilloscope* dipasang pada *ground*.



Gambar 4-3

Rangkaian Pengujian Generator Sinus

Sinyal yang dihasilkan oleh Generator Sinus tersebut terlihat seperti pada gambar 4-5 dengan frekuensi yang dihasilkan sebesar 341,895 Hz dengan V_{rms} sebesar 998,9 V pada Volt / div sebesar 500 mV dan Time / div sebesar 1 ms.



Gambar 4-4

Sinyal Output Generator Sinus

d. Analisa

Hasil pengujian yang terlihat pada oscilloscope memastikan bahwa bentuk sinyal yang dihasilkan yaitu berupa sinyal sinusoida. Pada oscilloscope pembacaan frekuensi yang dihasilkan 341,895 Hz. Sedangkan sinyal yang direncanakan 334,655 Hz. maka terdapat persentase kesalahan/error sebesar:

$$\begin{aligned}
 Error &= \left| \frac{\text{pengukuran} - \text{perencanaan}}{\text{nilai perencanaan}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{341,895 \text{ Hz} - 334,655 \text{ Hz}}{334,655 \text{ Hz}} \right| \times 100\% \\
 &= \frac{7,24 \text{ Hz}}{334,655 \text{ Hz}} \times 100\% \\
 &= 2,163 \%
 \end{aligned}$$

4.2.2. Pengujian Rangkaian Sensor Kelembaban RHK1AN

a. Tujuan

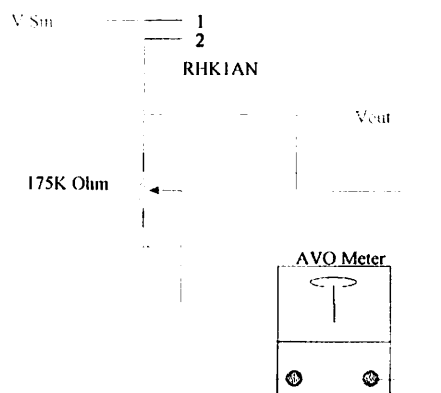
Untuk mengetahui besarnya tegangan output dari rangkaian sensor kelembaban RHK1AN berdasarkan perubahan kelembaban di ruangan.

b. Peralatan yang digunakan

- Rangkaian Pengujian Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban
- Voltmeter Digital (DT9205B)
- Handuk Basah
- Hygrometer Digital (DEKKO 303C)

c. Langkah-langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4-5

Rangkaian Sensor Kelembaban RHK1AN

2. Memberikan sinyal sinusoida pada V_{sin} (V_{in} rangkaian sensor RHK1AN).
3. Mengukur Tegangan Output rangkaian sensor terhadap Ground dengan menghubungkan probe merah Multimeter pada V_{out} (seperti pada gambar 4-5 diatas).

d. Analisa

Gambar di atas adalah rangkaian sensor yang terbentuk dari komponen RHK1AN sebagai sensor kelembaban dan sebuah Potensio yang diset pada 175 K Ω konstan dengan :

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1 + R_{RHK1AN}} \times V_{in}$$

Berdasarkan karakteristik RHK1AN bahwa untuk setiap kelembaban yang berbeda, RHK1AN memiliki nilai resistansi yang berbeda, yang akan mempengaruhi V_{out} yang masuk ke pengkondisi sinyal. Pada saat:

➤ Kelembaban 65 %

$$R_{RHK1AN} = 36000 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } V_{out} &= \frac{175000}{175000 + 36000} \times 1 \\ &= 829,38 \text{ mVolt} \end{aligned}$$

➤ Kelembaban 70 %

$$R_{RHK1AN} = 19500 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } V_{out} &= \frac{175000}{175000 + 19500} \times 1 \\ &= 899,74 \text{ mVolt} \end{aligned}$$

➤ Kelembaban 75 %

$$R_{RHK1AN} = 11000 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } V_{out} &= \frac{175000}{175000 + 11000} \times 1 \\ &= 940,86 \text{ mVolt} \end{aligned}$$

➤ Kelembaban 80 %

$$R_{RHK1AN} = 6500 \, \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } V_{out} &= \frac{175000}{175000 + 6500} \times 1 \\ &= 964,18 \, \text{mVolt} \end{aligned}$$

➤ Kelembaban 85 %

$$R_{RHK1AN} = 3500 \, \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } V_{out} &= \frac{175000}{175000 + 3500} \times 1 \\ &= 980,39 \, \text{mVolt} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas dan dari hasil pengukuran dapat dibuat tabel perbandingan:

Tabel 4-6

**Perbandingan Tegangan Output Perhitungan dengan Pengukuran
Sensor Kelembaban RHK1AN**

Kelembaban (%)	Resistansi Ω	V _{OUTPUT}		Error (%)
		Perhitungan	Pengukuran	
65	36000	829,38	845,50	1,94
70	19500	899,74	902	0,02
75	11000	940,86	964,5	2,51
80	6500	964,18	980,32	1,67
85	3500	980,39	991,35	1,11
Persentase (%) kesalahan rata-rata				1.45

4.2.3. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban

a. Tujuan

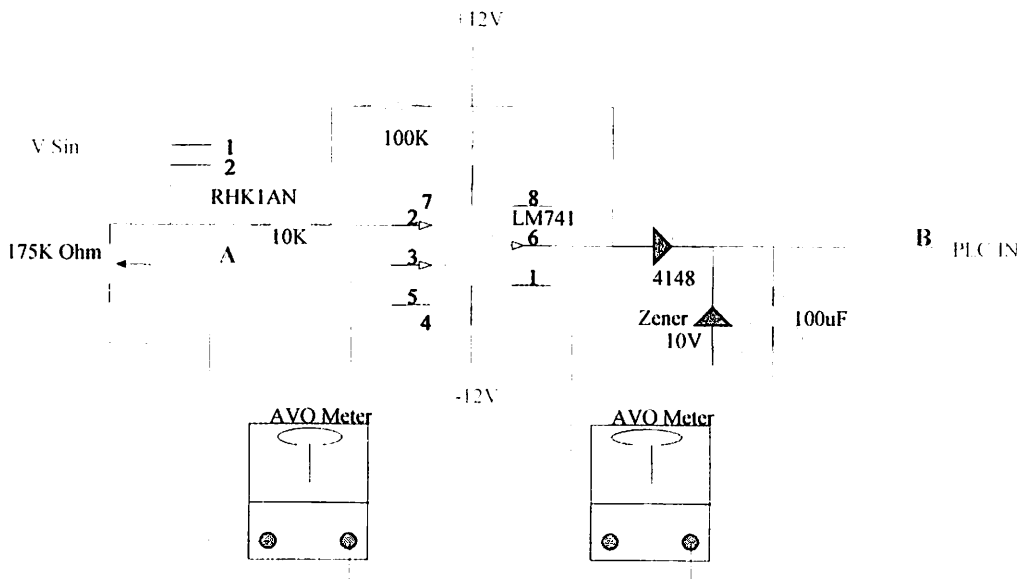
Untuk mengetahui tegangan maksimum dan tegangan minimum yang (*Relative Humidity*)

b. Peralatan yang digunakan

- Rangkaian Pengujian Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban
- Voltmeter Digital (DT9205B, DT9202)
- Sumber Tegangan +12 dan -12 Volt
- Handuk Basah
- Hygrometer Digital (DEKKO 303C)

c. Langkah-langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4-6

Rangkaian Pengujian Sensor Kelembaban

2. Menghubungkan sumber tegangan simetris +12 Volt dan -12 Volt untuk catu daya IC LM741.
3. Setting Multimeter pada V_{AC} 20 mV, dan menghubungkan salah satu probe Multimeter di titik A dan lainnya di Ground. Hasil yang terlihat pada Multimeter merupakan output RHK1AN.
4. Setting Multimeter yang lain pada V_{DC} 20 mV, dan menghubungkan probe merah Multimeter di titik B dan probe hitam di Ground. Hasil yang terlihat pada Multimeter merupakan output dari pengkondisi sinyal yang sudah disearahkan.

d. Analisa

Dari hasil perancangan pada Bab III, didapatkan nilai R_f dan R_i sebagai berikut :

$$R_f = 100 \text{ K}\Omega$$

$$R_i = 10 \text{ K}\Omega$$

Sehingga:

$$A_v = -\frac{R_f}{R_i}$$

$$A_v = -\frac{100.10^3}{10.10^3}$$

$$A_v = 10$$

Penguatannya 10 kali

Dan:

$$V_{out} = A_v \times V_{in}$$

$$V_{out} = 10 \times V_{in}$$

Dari hasil pengukuran diperoleh :

Tabel 4-7

Perbandingan Tegangan Output Hasil Perhitungan Pengukuran
Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban

Vin V _{rms}	Vout (V _{rms})	
	Perhitungan	Pengukuran
0,01	0,10	0,096
0,03	0,30	0,31
0,05	0,50	0,505
0,07	0,70	0,709
0,09	0,90	0,905
0,11	1,10	1,09

Dari tabel diatas dapat dicari persentase kesalahan (%error) dari rangkaian pengkondisi sinyal. Untuk persentase kesalahan dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E = \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

Dengan rumus diatas dapat diketahui persentase kesalahan (error) dari alat yang dibuat seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4-8

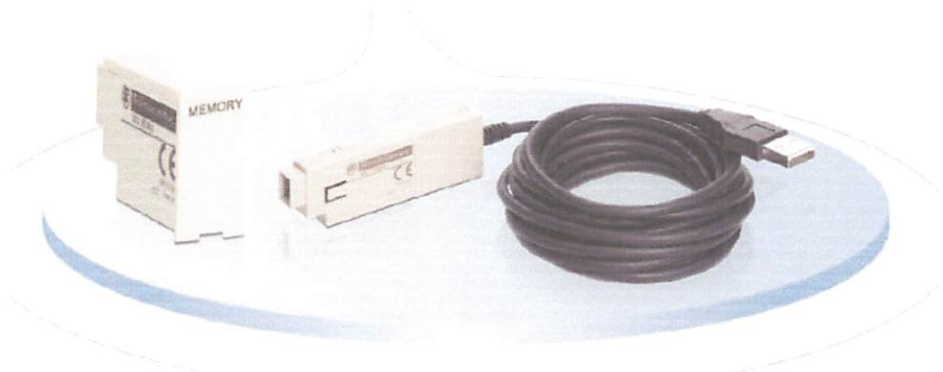
Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Rangkaian
Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban

Vout (V _{rms})		Error (%)
Perhitungan	Pengukuran	
0,10	0,096	4
0,30	0,31	3,33
0,50	0,505	1

0,70	0,709	1,28
0,90	0,905	0,55
1,10	1,09	0,9
Persentase (%) kesalahan rata-rata		1,84

4.3. Pengujian PLC (Programmable Logic Controller)

Pengujian modul PLC dilakukan dengan menggunakan PC melalui kabel data USB. Data yang diterima oleh PC ditampilkan dan diproses dengan menggunakan program FBD atau Ladder diagram.



Gambar 4-6 Kabel USB

Dari hasil pengujian didapat data yang diterima oleh PLC sebagai berikut :

Karena didalam PLC kapasitasnya 8 bit maka untuk perhitungan pembacaan tegangan masuk ke PLC:

- Input PLC 0-10 Volt dengan range 0-255

$$\text{Range (0)} = \left(\frac{10000mVolt}{256} \right)$$

$$\text{Range (0)} = 39,0625 \text{ mVolt}$$

Range	Volt(m Volt)	Rumus
0	39,0625	x 1
1	78,1250	x 2

-	-	-
15	625	x 16
-	-	-
17	703,125	x 18
-	-	-
19	781,25	x 20
-	-	-
25	1015,625	x 26
-	-	-
255	10000	x 256

4.3.1. Inputan sensor suhu dalam PLC :

Tabel 4-9

Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Pembacaan
Input Sensor Suhu Dalam PLC

Suhu	LM 35	Pembacaan di PLC		Error (%)
	V _{OUTPUT} (mVolt)	V _{INPUT DARI LM35} (mVolt)	Range PLC	
16°C	1600	1601,563	40	0,09
-	-	-	-	
18°C	1800	1796,875	45	0,17
-	-	-	-	
20°C	2000	2031,25	51	1,56
-	-	-	-	
26°C	2600	2617,188	66	0,66
-	-	-	-	
100°C	10000	10000	255	0
Persentase (%) kesalahan rata-rata				0,496

4.3.2. Inputan sensor kelembaban dalam PLC :

Tabel 4-10

Presentase Kesalahan (Error) Pengujian Pembacaan
Input Sensor Kelembaban Dalam PLC

RH (%)	Resistansi Ω	Rhk1an	Pembacaan di PLC		Error (%)
		V _{OUTPUT} (mVolt)	V _{INPUT DARI RHK1AN} (mVolt)	Range PLC	
65	36000	8293,8	8281,25	211	0,15
70	19500	8997,4	8984,375	229	0,14
75	11000	9408,6	9375	239	0,35
80	6500	9641,8	9648,438	246	0,06
85	3500	9803,9	9804,688	250	0,01
Persentase (%) kesalahan rata-rata					0,142

4.4. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

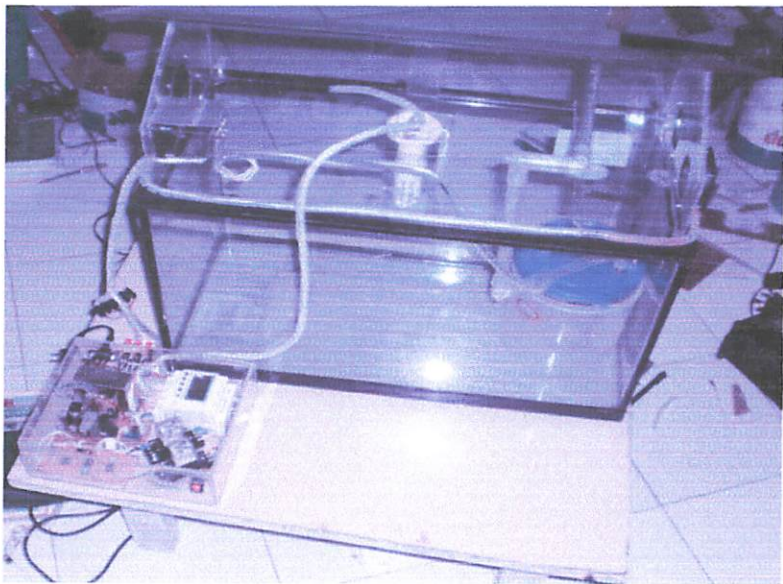
Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk melihat seberapa dekat hasil perencanaan dengan hasil pengujian yang sebenarnya. Pengujian secara keseluruhan ini juga mengamati kerja dari sensor kelembaban, sensor suhu, PLC, Dan outputan yang menambah dan mengurangi temperatur dan kelembaban didalam miniatur green house.

a. Prosedur pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian seperti pada gambar 4.7.
- Melihat respon output dari rangkaian dimana fan dan heater akan hidup bila suhu yang diinginkan tidak terpenuhi dan begitu juga pada

pompa air. Kelembaban yang diinginkan (70%-80%), suhu siang (20°C-26°C) dan suhu malam (16°C-18°C).

- Memasukkan hasil pengujian ke dalam tabel 4.11.



Gambar 4.8. Blok Rangkaian Pengujian secara keseluruhan

b. Hasil pengujian

Hasil pengujian dari sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Secara Keseluruhan Diwaktu Siang

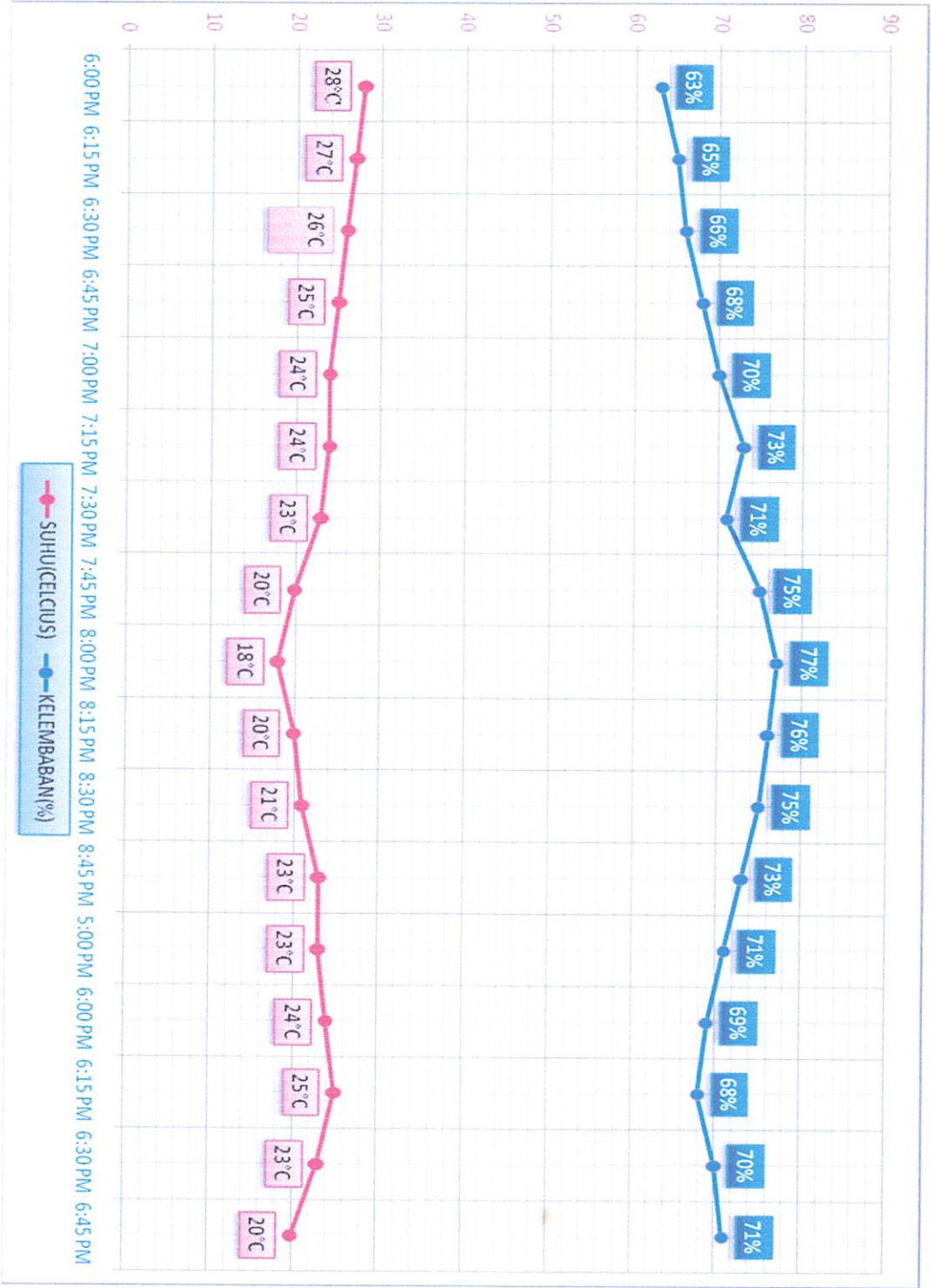
Percobaan pada 06-08-07	Pengukuran PLC				Sen- sor suhu	Sensor kelemb aban	Fan	Pompa air	Hea- ter
	Input sensor suhu		Input sensor kelembaban						
	Range	m.volt	Range	m.volt					
(08.00am)	70	2773.438	203	7968.75	28°C	63%	ON	ON	OFF
(08.15am)	68	2695.313	210	8242.188	27°C	65%	ON	ON	OFF
(08.30am)	66	2617.188	216	8476.563	26°C	66%	OFF	ON	OFF
(08.45am)	65	2539.063	224	8789.063	25°C	68%	OFF	ON	OFF
(09.00am)	64	2460.938	229	8984.375	24°C	70%	OFF	OFF	OFF

(09.15am)	64	2460.938	236	9257.813	24°C	73%	OFF	OFF	OFF
(09.30am)	60	2382.813	232	9101.563	23°C	71%	OFF	OFF	OFF
(09.45am)	52	2031,25	239	9375	20°C	75%	OFF	OFF	OFF
(10.00am)	46	1835,938	241	9453,125	18°C	77%	OFF	OFF	ON
(10.15am)	52	2031,25	240	9414,063	20°C	76%	OFF	OFF	OFF
(10.30am)	53	2109,375	239	9375	21°C	75%	OFF	OFF	OFF
(10.45am)	60	2382.813	236	9257.813	23°C	73%	OFF	OFF	OFF
(11.00am)	60	2382.813	232	9101.563	23°C	71%	OFF	OFF	OFF
(11.15am)	64	2460.938	232	8867,188	24°C	69%	OFF	ON	OFF
(11.30am)	65	2539.063	226	8789.063	25°C	68%	OFF	ON	OFF
(11.45am)	60	2382.813	229	8984.375	23°C	70%	OFF	OFF	OFF
(12.00pm)	52	2031,25	232	9101.563	20°C	71%	OFF	OFF	OFF

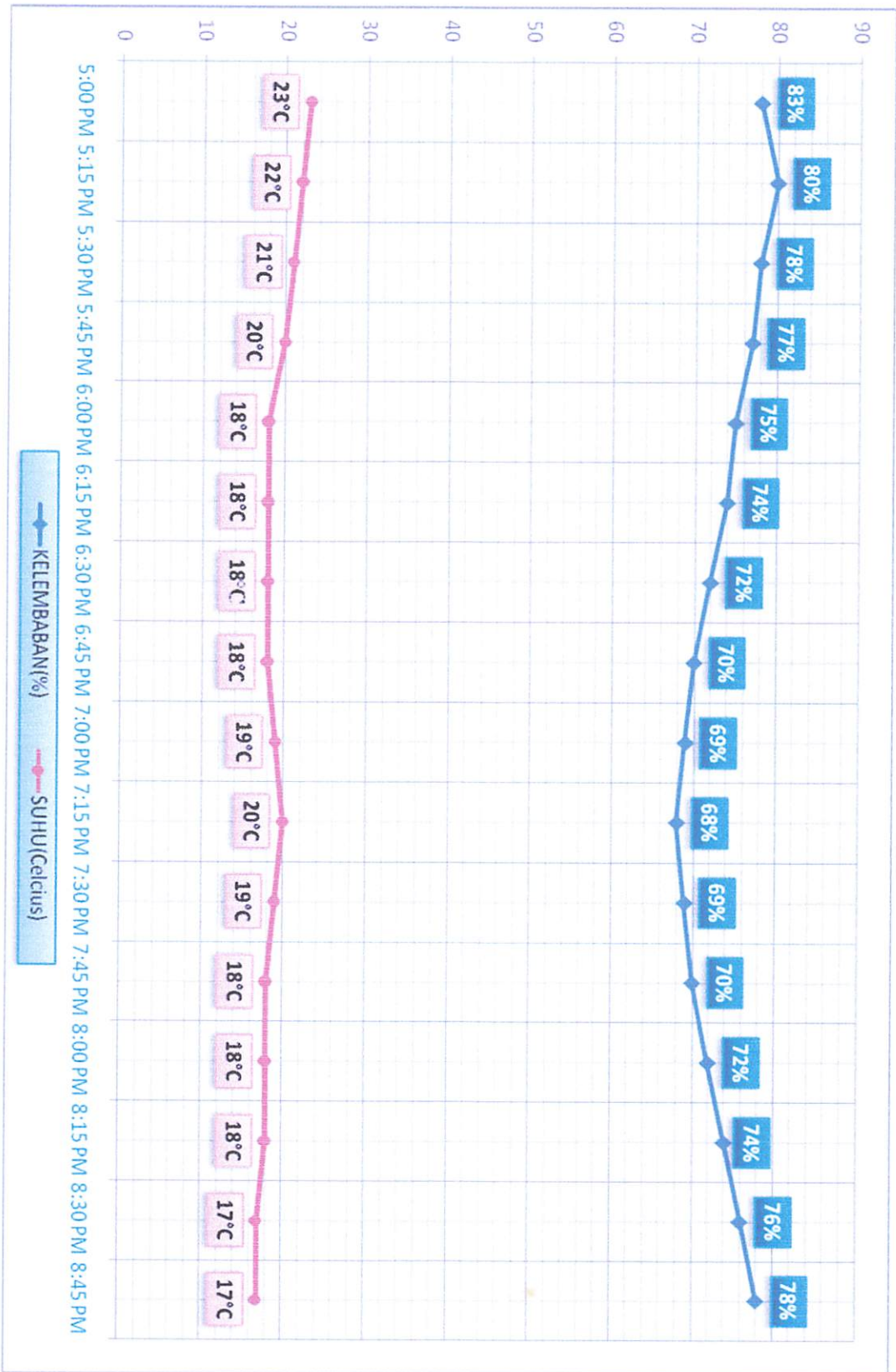
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Secara Keseluruhan Diwaktu Malam

Percobaan pada 06-08-07	Pengukuran PLC				Sen- sor suhu	Sensor kelemb aban	Fan	Pompa air	Hea- ter
	Input sensor suhu		Input sensor kelembaban						
	Range	m.volt	Range	m.volt					
(05.00pm)	60	2109,375	243	9765,625	23°C	78%	OFF	OFF	OFF
(05.15pm)	56	2226,563	246	9648,438	22°C	80%	OFF	OFF	OFF
(05.30pm)	53	2109,375	243	9531,25	21°C	78%	OFF	OFF	OFF
(05.45pm)	52	2031,25	241	9453,125	20°C	77%	OFF	OFF	OFF
(06.00pm)	46	1835,938	239	9375	18°C	75%	ON	OFF	OFF
(06.15pm)	46	1835,938	238	9335,938	18°C	74%	ON	OFF	OFF
(06.30pm)	46	1835,938	234	9179,688	18°C	72%	OFF	OFF	OFF
(06.45pm)	46	1835,938	229	8984.375	18°C	70%	OFF	OFF	OFF
(07.00pm)	48	1914,063	232	8867,188	19°C	69%	ON	ON	OFF
(07.15pm)	52	2031,25	224	8789.063	20°C	68%	ON	ON	OFF
(07.30pm)	48	1914,063	232	8867,188	19°C	69%	ON	ON	OFF
(07.45pm)	46	1835,938	229	8984.375	18°C	70%	OFF	OFF	OFF
(08.00pm)	46	1835,938	234	9179,688	18°C	72%	OFF	OFF	OFF
(08.15pm)	46	1835,938	238	9335,938	18°C	74%	ON	OFF	OFF
(08.30pm)	44	1757,813	240	9414,063	17°C	76%	OFF	OFF	OFF
(08.45pm)	44	1757,813	243	9531,25	17°C	78%	OFF	OFF	OFF

Dari hasil pengujian, didapat grafik hubungan antara kelembaban (%), suhu (°C), dan waktu percobaan sebagai berikut:



Grafik 4-2 Pencapaian Suhu Dan Kelembaban Dalam Waktu Siang Hari



Grafik 4-3 Pencapaian Suhu Dan Kelembaban Dalam Waktu Malam Hari

c. Analisis hasil pengujian

Dari hasil pengujian pada greend house diwaktu siang hari untuk mencapai kelembaban yang diharapkan mulai dari alat aktif pada suhu dan kelembaban normal dibutuhkan waktu kurang lebih 1 jam dengan suhu rata-rata 25,28°C dan kelembaban 70% dengan cara fan aktif untuk menurunkan suhu ruangan dan pompa air aktif untuk menambah kelembaban udara dalam ruangan. Setiap $\pm 2,25$ jam pompa air aktif karena kelembaban yang dibutuhkan bunga krisan berkurang dan pompa air yang aktif menyebabkan menurunnya suhu ruangan, sesudah 1 jam suhu menjadi dibawah 20°C maka untuk menaikkannya heater aktif.

Dari hasil pengujian pada greend house diwaktu malam hari fan berperan penting karena suhu yang dibutuhkan bunga krisan dibawah 20°C, setiap ± 30 menit fan aktif selama ± 30 menit. Pompa air bekerja selama ± 30 menit pada waktu suhu diatas 18°C dan kelembaban dibawah 70%.

Dari hasil pengujian pada greend house secara keseluruhan PLC mengontrol dan memonitoring seluruh sistem dengan baik dan cukup akurat yang menggunakan bahasa pemrogram FBD (Function Block Diagram). Dan setiap kelembaban bertambah maka diikuti dengan penurunan suhu didalam greend house.

BAB V

PENUTUP

5. Kesimpulan

1. Pada kondisi siang hari setiap $\pm 2,25$ jam pompa air aktif untuk menambah kelembaban, dan suhu semakin menurun. Setelah 1 jam maka heater aktif untuk menaikkan suhu.
2. Pada kondisi malam hari setiap $\pm 0,5$ jam fan aktif selama $\pm 0,5$ jam untuk menurunkan suhu dan setiap ± 2 jam pompa air akan aktif selama $\pm 0,5$ jam untuk menambah kelembaban dan menurunkan suhu.
3. Alat ini bekerja sesuai dengan yang direncanakan, temperatur dan kelembaban bisa diatur PLC, tegangan yang diterima oleh PLC bisa ditampilkan dan cukup akurat dengan presentase kesalahan rata-rata (error) pengujian pembacaan input sensor suhu dalam PLC adalah 0,496 %, dan presentase kesalahan rata-rata (error) pengujian pembacaan input sensor kelembaban dalam PLC adalah 0,142%.
4. Berdasarkan pengujian rangkaian sensor suhu LM 35 dan sensor kelembaban RHK1AN, dapat dikatakan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik, hal ini terbukti dengan didapatkannya error rata-rata yang relatif kecil, yaitu untuk sensor suhu : 0,521% dan untuk sensor kelembaban : 2,104 %.

Source: *Journal of Management Education*, 20(1), 1996, pp. 10-11. Copyright 1996 by Sage Publications, Inc.

Journal of Management Education 36(7) 809–824

1. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

bioRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/000000>; this version posted January 1, 2016. The copyright holder for this preprint (which was not certified by peer review) is the author/funder, who has granted bioRxiv a license to display the preprint in perpetuity. It is made available under aCC-BY-NC-ND 4.0 International license.

[illegible]

1. *Journal of the American Medical Association*, 2000; 284: 2689-2695.

100-443887-100

doi:10.1017/S0022292412001904 Printed in the United Kingdom

© 2004 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 255: 111–118

© 2004 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 255: 105–112

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1033-1036.

[illegible][illegible]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mochammad Rusli Dipl.-Ing.Ir., 2001, Implementasi Programmable Logic Controller (PLC) sebagai pengendali terintegrasi : Kadar Air Tanah, Intensitas Cahaya, Kelembaban, dan Temperatur Udara pada “Green House” Penanaman Bibit Bunga Krisan, Malang, Laporan Penelitian Rut VIII.1 Tahap Kesatu, Lembaga Penelitian Universitas Brawijaya.
- [2] Wasito S, 1990, *Vandemekum Elektronika, Edisi Kedua*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [3] Robert F. Caughlin & Federick F. Driscoll, 1994, *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear*, Edisi Kedua, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- [4] National Semiconductor, LM-35 Data Sheet, December 1994.
- [5] Data Sheet RHK1AN.
- [6] Tim IE & Arif Bambang S. & Arief Rachmadani, *AN 27 - Weather Station I (Temperature&Humidity)*, DT-51 Application Note, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] National Semiconductor, Data Sheet LM358, Mei 1998.
- [8] National Semiconductor, Data Sheet LM301, Mei 1999.
- [9] National Semiconductor, Data Sheet LM741, Mei 1998.
- [10] Cleon W Ross, Frank B Salisbury, 1995, *Fisiologi Tumbuhan*, ITB
- [11] Omron, 1992, *Factory Automation*, Singapore, Omron Singapore (PTE) Ltd.
- [12] Asep Eka Mulyana, Rahmat Rukmana, 1997, *Krisan*, Kanisius Yogyakarta.
- [13] Telemecanique, Zelio soft 2 logiciel de progrmmation programming software V.4.1, September 2006.

LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Dhian Lutfi Syarifuddin
Nim : 02.17.063
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : "PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT
PENGONTROL SUHU DAN KELEMBABAN OTOMATIS
PADA GREEND HOUSE TANAMAN BUNGA KRISAN
BERBASIS PLC ZELIO SR3B101BD"
Hari/Tgl Skripsi : Selasa, 18 September 2007

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Skema lengkap rangkaian	
2.	Kenapa sensor pakai penguat non-inverting dan kenapa tidak pakai inverting	
3.	Mekanisme kelembaban	
4.	Apakah implementasi dari diagram gambar 3.3(masing-masing kotak)	
5.	Jelaskan gambar 3.2	

Diperiksa / Disetujui

Penguji

(DR. Cahyo Crysdian, Msc)

NIP. 1030400412

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Ir.Widodo Pudji M., MT
NIP.Y.102870017

Dosen Pembimbing II

Sotyo Hadi, ST. MSc



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Dhian Lutfi Syarifuddin
Nim : 02.17.063
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : "PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT
PENGONTROL SUHU DAN KELEMBABAN OTOMATIS
PADA GREEND HOUSE TANAMAN BUNGA KRISAN
BERBASIS PLC ZELIO SR3B101BD"
Hari/Tgl Skripsi : Selasa, 18 September 2007

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Abstrak	
2.	Blok diagram system	
3.	Pengujian FBD dari tabel pengujian	
4.	Kesimpulan	

Diperiksa / Disetujui

Penguji

M. Ashar, ST, MT
NIP.P. 1030500408

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Ir. Widodo Pudji M., MT
NIP.Y.102870017

Dosen Pembimbing II

Sotyo Hadi, ST. MSc



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dhian Lutfi Syarifuddin
NIM : 02.17.063
Masa Bimbingan : 22 Mei 2007 s/d 22 November 2007
Judul Skripsi : Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengontrol Suhu Dan Kelembaban Otomatis Pada Tanaman Bunga Krisan Berbasis PLC Zelio SR3B101BD

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	01-08-07	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	05-08-07	Perbaiki Sistematika Penulisan bab I, II, dan III	
3	06-08-07	Konsultasi bab IV	
4	10-08-07	Perbaiki bab IV	
5	11-08-07	Konsultasi bab II	
6	12-08-07	Cek Kesimpulan dan batasan masalah	
7	13-08-07	Periksa kembali kesimpulan dan batasan masalah apakah sudah sesuai dengan pembahasan	
8	15-08-07	Acc masalah seminar	
9	26-08-07	Perbaiki dan Revisi laporan skripsi	
10	30-08-07	Acc kompre	

Malang,
Dosen Pembimbing I

Ir. WIDODO PUDJI M., MT
NIP. Y. 1028700171



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dhian Lutfi Syarifuddin
NIM : 02.17.063
Masa Bimbingan : 22 Mei 2007 s/d 22 November 2007
Judul Skripsi : Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengontrol Suhu Dan Kelembaban Otomatis Pada Tanaman Bunga Krisan Berbasis PLC Zelio SR3B101BD

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	7/8'07	Bab II qbr LM35, RH . . . Bab III analisa diode Zener	fadi
2		Pengondisi sinyal (kelembaban)	
3	30/8'07	Bab IV, V ok	fadi
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Malang, 30-8-07
Dosen Pembimbing II


SOTYO HADI, ST. MSc



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi, perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama	:	Dhian Lutfi Syarifudin
NIM	:	08.17.063
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	1. Teknik Energi Listrik *) 2. Teknik Elektronika *) 3. Teknik Komputer dan Informatika *)

Perbaikan meliputi :	
1	Skema kawat rangkaian.
2	Coret kata pakai pengat konduktivitas?
3	Coret kata pakai motor?
4	Melakukan penelitian
5	Apakah implementasi dari diagram tabel 3.1. (uang? motor).
6	Jelaskan tabel 3.1.

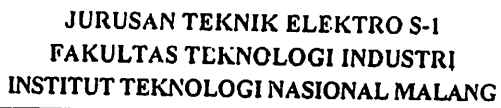
Catatan :

*) Coret yang tidak diperlukan.

Malang, 6 sept '07.

Dosen Penguji

()



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi, perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama	:	
NIM	:	
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	1. Teknik Energi Listrik *)
		2. Teknik Elektronika *)
		3. Teknik Komputer dan Informatika *)

Perbaikan meliputi :


- Abstrak .
- Blok diagram system
- pengujian FBD . dan tabel pengujian .
- Kesimpulan

Catatan :

***) Coret yang tidak diperlukan.**

Malang, _____

Dosen Penguji

( M. ASHRAF)

08/2006



www.telemecanique.com

Presentation of the Smart Relay Front Panel

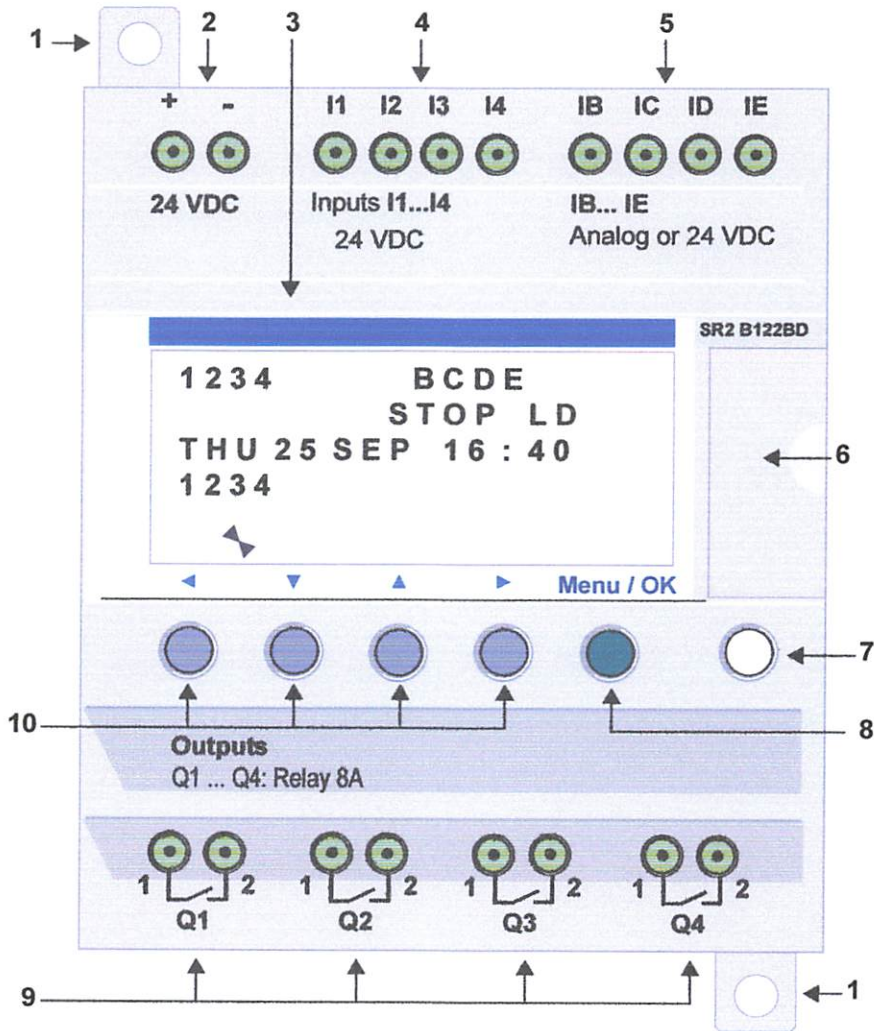
Introduction

Smart relays are designed to simplify the electrical wiring of intelligent solutions. A smart relay is very simple to implement. Its flexibility and its high performance allow users to save significant amounts of time and money.

This User's Guide is intended for people who do not have an in-depth knowledge of automation systems and who would like to be able to implement smart relays.

Description of the Smart Relay Front Panel

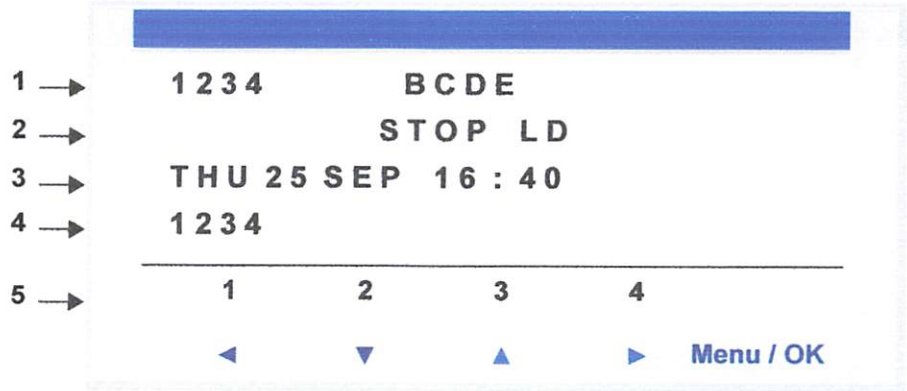
The illustration below presents the elements of the front panel of the smart relay:



Prompt	Element
1	Retractable mounting feet.
2	Screw terminal block for the power supply.
3	LCD display, 4 lines, 18 characters.
4	Screw terminal block for discrete inputs.
5	Screw terminal block for analog inputs. 0-10 Volts, usable in discrete input mode depending on model.
6	Slot for backup memory or PC connection cable.
7	Shift key (white).
8	Menu/OK key (green) for selection and confirmation.
9	Relay output screw terminal block.
10	Navigation keys (gray) or after configuring Z pushbuttons.

Description of the LCD

The illustration below presents an example of LCD display elements when displaying the INPUT-OUTPUT screen:



Prompt	Element
1	Input status* display (B...E represent the analog inputs, also may be used as DISCR).
2	Display of the operating mode (RUN/STOP) and programming mode (LD/FBD).
3	Display of the date (day and time for products with clock).
4	Output status display.
5	Contextual menus / pushbuttons / icons indicating the operating modes.

* An ACTIVE input or output is displayed in reverse video.

Characteristics and Connections

Introduction Here is detailed information on the characteristics of DC smart relay connections.

Recommended connection It is recommended to connect the smart relay to a regulated DC power supply:



Possible Connection It is possible to connect the smart relay to a rectified filtered regulated power supply:



Provided that it verify the following characteristics, according to the type of smart relay:

SR2 ... BD	SR2 ... JD
U max < 30 V	U max < 14,4 V
U min > 19.2 V	U min > 10.4 V

Prohibited Connection It is **prohibited** to connect the smart relay to a rectified non-filtered power supply:

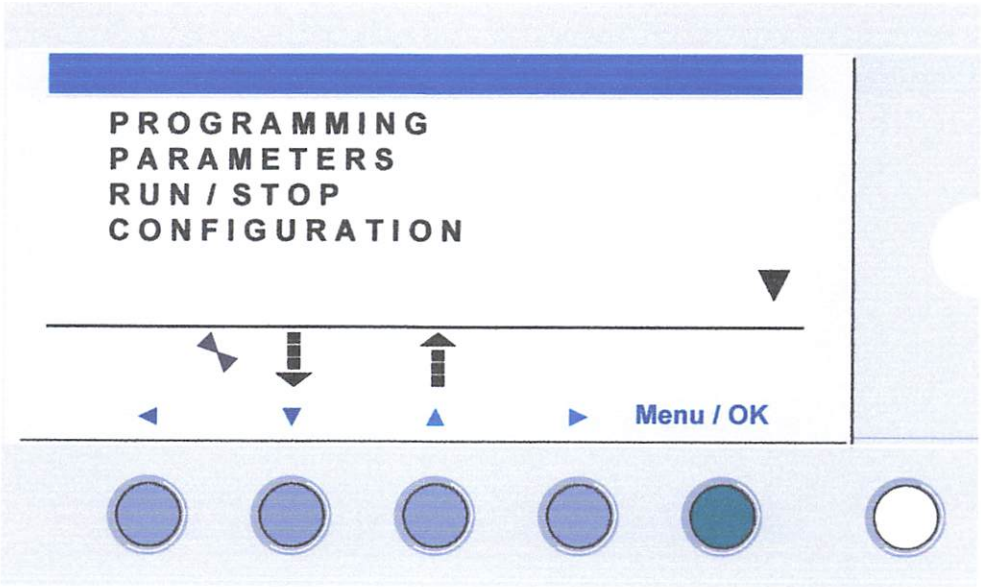


Control Keys on the Front Panel of the Smart Relay

Description

The keys located on the front panel of the smart relay are used to configure, program and control the application and monitor the application's progress.

Illustration:



Note: The LCD screen is lit for 30 seconds when the user presses any of the buttons on the front panel.

Shift Key

The **Shift** key is the white key located on the right side of the LCD screen. When the **Shift** key is pressed, a contextual menu is displayed above the Z keys (Ins, Del, Param, etc.).

Menu/OK Key

The Menu/OK key is the green key located below the LCD screen on the right side. This key is used for all confirmations: Menu, sub-menu, program, parameter, etc.

Zx Keys

The Zx keys are the gray keys aligned from left (Z1) to right (Z4) and located under the LCD. The arrows indicating the movement direction associated with navigation are marked above the keys.

The navigation keys are used to move left or right, down or up.

The position on the screen appears as a flashing zone:

- Square for a position that corresponds to a contact (only in programming mode),
- Round for a link (only in programming mode).

<p>Note: When the keys may be used for other actions apart from navigation, a contextual menu bar is displayed (e.g.: 1, 2, 3 and 4 as Zx-type keys).</p>
--

Contextual
Menus

When the cursor is placed on a modifiable parameter, if the **Shift** key is pressed, a contextual menu appears.

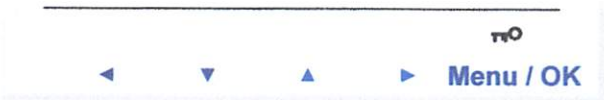
Illustration:



Using the contextual menu functions:

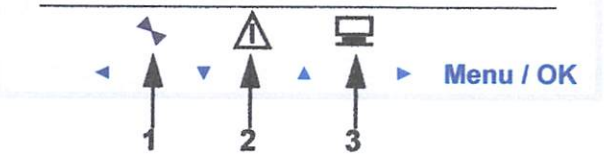
- **+ / -**: Used to scroll through the various possible values of the selected field (types of inputs, outputs, automation functions, numbers, numerical values, etc),
- **Ins.**: Inserts a line,
- **Del.**: Deletes the selected element, or the entire line if it is empty,
- **Param.**: Displays the specific parameter screen for the automation function (visible only if the automation function contains a parameter),
- **← ↑ ↓ →**: Direction of the connection (visible only if the cursor is placed over a link box),
- **1 2 3 4**: This line appears when the keys are used as Zx key-type inputs in a program.

Illustration:



The key indicates that the program is password-protected.

Illustration:



- 1: Indicates the state of the smart relay. In RUN it is in motion, in STOP it is immobile.
- 2: Indicates that faults have appeared (see FAULT menu).
- 3: The smart relay is physically connected to the programming software.




Examples


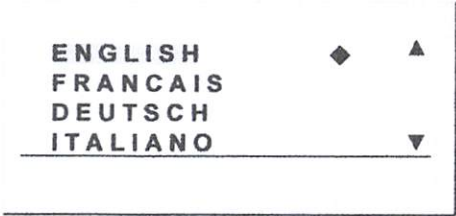



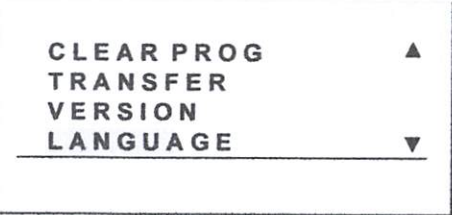
Introduction


We will now see two examples of how to use the smart relay's keys.

Language Selection

Example 1: Here are details on how to select the language of the smart relay:




Step	Action
1	<p>Powering up</p> <p>On initial powering-up, the INPUT-OUTPUT screen is displayed (See: <i>Inputs-Outputs Screen</i>, p. 34). By default, the selected language is English.</p> <p>View:</p> <div><div>1 2 3 4</div><div>BCDE</div><div>STOP LD</div><div>FRI 25 NOV 16 : 40</div><div>1 2 3 4</div><div>⚡</div></div>
2	<div><div>Menu / OK</div><div></div></div> <p>From the INPUT-OUTPUT screen, enter the MAIN menu , then go to the CONFIGURATION menu LANGUAGE, by pressing 7 times on the down navigation</p> <div><div>▼</div><div></div><div>key</div></div> <p>View:</p> <div><div>CLEAR PROG ▲</div><div>TRANSFER</div><div>VERSION</div><div>LANGUAGE ▼</div></div> <p>Note: the selected command flashes.</p>

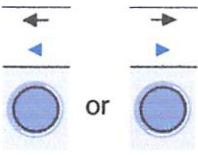
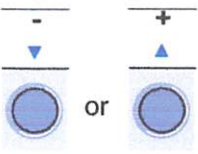
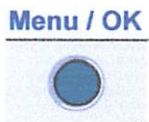
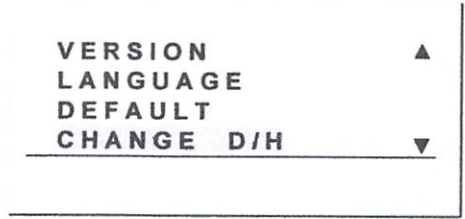

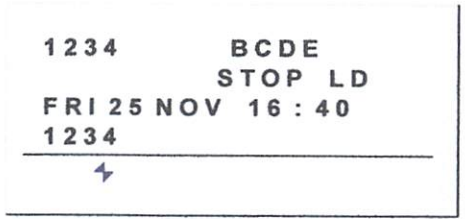
Step	Action
3	<p>Enter in the language selection menu.</p> <p>Menu / OK</p>  <p>View:</p>  <p>Note: The activated option flashes and it is also indicated by a black diamond.</p>
4	<p>Select and confirm the language (the selection is shown in flashing text).</p> <p> or  then Menu / OK</p>  <p>The Menu/OK button is used to confirm the selection of the new language. The display returns to the MAIN menu when the smart relay is in STOP mode.</p> <p>View:</p> 

Step	Action
5	<div>Return to the INPUT-OUTPUT screen using the left navigation key.</div> <div></div> <div>View:</div> <div><div><div>1 2 3 4</div><div>BCDE</div><div>STOP LD</div><div>FRI 25 NOV 16 : 40</div><div>1 2 3 4</div><div>⚡</div></div></div>

Modification of
Date and Hour

Example 2: Here are details on procedure to follow to modify the date and time of the initial power up or following a long lasting power failure.

Step	Action
1	<div><div>From the INPUT-OUTPUT screen, enter the MAIN menu, then go to the CHANGE D/H menu:</div><div><div><div>Menu / OK</div><div></div></div><div>then</div><div><div><div>▼</div><div></div></div><div>9 times in LD mode 7 times in FBD mode</div></div></div><div>View:</div><div><div><div>VERSION LANGUAGE DEFAULT CHANGE D/H</div><div>▼</div></div></div></div>
2	<div><div>Enter the date and hour configuration menu:</div><div><div><div>Menu / OK</div><div></div></div></div><div>View:</div><div><div><div>CHANGE D/H THU 07 JUL 2003 16 : 27 30 s CAL ± 02 secs /WK</div></div></div></div>

Step	Action
3	<p>Select the parameter to modify using the arrows (the selection is highlighted by the blinking of the parameter):</p> <div></div> <p>Modify the parameter using the navigation keys:</p> <div></div> <p>Then confirm with the Menu/OK key:</p> <div></div> <p>The Menu/OK button is used to confirm the modifications. The display returns to the MAIN menu when the smart relay is in STOP mode).</p> <p>View:</p> <div></div>
4	<p>Return to the INPUT-OUTPUT screen</p> <div></div> <p>View:</p> <div></div>

Zelio Logic smart relays

Compact and modular smart relays

24 V supply characteristics

Smart relay type			SR2 e1e1BD	SR2 B122BD	SR2 e201BD	SR2 B202BD	SR3 B101BD	SR3 B102BD	SR3 B261BD	SR3 B262BD
Primary	Nominal voltage	V	24							
Voltage limits	Including ripple	V	19.2...30							
Nominal input current	Without extensions	mA	100				50		190	70
	With extensions	mA	—				100	160	300	180
Power dissipated	Without extensions	W	3		6	3		4	6	5
	With extensions	W	—				8		10	
Micro-breaks	Permissible duration	ms	≤ 1 (repeated 20 times)							
Protection			Against reverse polarity							

24 V supply characteristics

Smart relay type			SR2 e121B	SR2 e201B	SR3 B101B	SR3 B261B
Primary	Nominal voltage	V	24			
Voltage limits		V	20.4...28.8			
Nominal frequency		Hz	50-60			
Nominal input current	Without extensions	mA	145	233	160	280
	With extensions	mA	—		280	415
Power dissipated	Without extensions	VA	4	6	4	7.5
	With extensions	VA	—		7.5	10
Micro-breaks	Permissible duration	ms	≤ 10 (repeated 20 times)			
rms insulation voltage		V	1780 (50-60 Hz)			

100...240 V supply characteristics

Smart relay type			SR2 e101FU	SR2 e121FU	SR2 e201FU	SR3 B101FU	SR3 B261FU
Primary	Nominal voltage	V	100...240				
Voltage limits		V	85...264				
Nominal input current	Without extensions	mA	80/30		100/50	80/30	100/50
	With extensions	mA	—			80/40	80/60
Power dissipated	Without extensions	VA	7		11	7	12
	With extensions	VA	—			12	17
Micro-breaks	Permissible duration	ms	10				
rms insulation voltage		V	1780				

Discrete --- input characteristics (Inputs I1...IA and IN...IR)

Smart relay type			SR e1e1JD	SR e1e1BD
Nominal value of inputs	Voltage	V	12	24
	Current	mA	4	
Input switching limit values	At state 1	Voltage	≥ 5.6	≥ 15
		Current	≥ 2	≥ 2.20
	At state 0	Voltage	≤ 2.4	≤ 5
		Current	≤ 0.9	≤ 0.75
Input impedance at state 1		kΩ	2.7	7.4
Conforming to IEC/EN 61131-2			Type 1	
Sensor compatibility	3-wire		Yes PNP	
	2-wire		No	
Input type			Resistive	
Isolation	Between supply and inputs		None	
	Between inputs		None	
Maximum counting frequency		kHz	1	
Protection	Against inversion of terminals		Control instructions not executed	

Zelio Logic smart relays

Compact and modular smart relays

Discrete or analogue --- input characteristics (Inputs IB...IG)

--- discrete inputs

Smart relay type				SRo ---JD	SRo ---BD
Nominal value of inputs	Voltage	V		12	24
	Current	mA		4	
Input switching limit values	At state 1	Voltage	V	≥ 7	≥ 15
		Current	mA	≥ 0.5	≥ 1.2
	At state 0	Voltage	V	≤ 3	≤ 5
		Current	mA	≤ 0.2	≤ 0.5
Input impedance at state 1		kΩ		14	12
Conforming to IEC/EN 61131-2				Type 1	
Sensor compatibility	3-wire			Yes PNP	
	2-wire			No	
Input type				Resistive	
Isolation	Between supply and inputs			None	
	Between inputs			None	
Maximum counting frequency		kHz		1	
Protection	Against inversion of terminals			Control instructions not executed	

--- analogue inputs

Smart relay type				SRo ---JD	SRo ---BD
Input range		V		0...10 or 0...12	0...10 or 0...24
Input impedance		kΩ		14	12
Maximum non destructive voltage		V		14.4	30
Value of LSB				39 mV, 4 mA	
Input type				Common mode	
Conversion	Resolution			8 bits	
	Conversion time			Smart relay cycle time	
	Precision	at 25 °C		± 5 %	
		at 55 °C		± 6.2 %	
	Repeat accuracy at 55 °C			± 2 %	
Isolation	Between analogue channel and supply			None	
Cabling distance		m		10 maximum, with screened cable (sensor not isolated)	
Protection	Against inversion of terminals			Control instructions not executed	

Analogue --- input characteristics (Inputs IH, IJ and Pt)

Analogue inputs						
	Application			0 - 10 V	0-20 mA	Pt100
	Assignable inputs			IH and IJ	IH and IJ	IJ
	Input range			0...10 Vdc	0...20 mA	- 25 °C...+ 125 °C
	Input impedance	Ω		18 k	246	—
	Maximum non destructive value			30 V	30 mA	—
	Value of LSB			9.8 mV	20 µA	0.15 °C
	Input type			Common mode		Pt100 probe - IEC 751 3-wire
Conversion	Resolution			10 bits		
	Conversion time			Smart relay cycle time		
	Precision	at 25 °C		± 1 %		± 1.5 °C
		at 55 °C		± 1 %		± 1.5 °C
	Repeat accuracy at 25 °C			< ± 1 %		< ± 0.3 °C
Isolation	Between analogue chan. & supply			None		
Cabling distance		m		10 maximum, with screened cable (sensor not isolated)		
Protection	Against inversion of terminals			Control instructions not executed		—

Discrete ~ input characteristics

Smart relay type				SRo ---B	SRo ---FU
Nominal value of inputs	Voltage	V		24	100... 240
	Current	mA		4.4	0.6
	Frequency	Hz		47...63	
Input switching limit values	At state 1	Voltage	V	≥ 14	≥ 79
		Current	mA	> 2	> 0.17
	At state 0	Voltage	V	≤ 5	≤ 40
		Current	mA	< 0.5	
Input impedance at state 1		kΩ		4.6	350
Configurable response time	State 0 to 1 (50/60 Hz)	ms		50	
	State 1 to 0 (50/60 Hz)	ms		50	
Isolation	Between supply and inputs			None	
	Between inputs			None	
Protection	Against inversion of terminals			Control instructions not executed	

LM35

Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

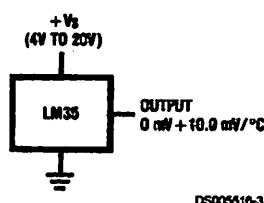
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ over a full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\text{ }\mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^{\circ}\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

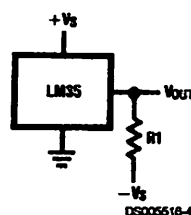
- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\text{ }\mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\text{ }\Omega$ for 1 mA load

Typical Applications



DS005516-3

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor
($+2^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$)



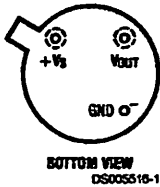
DS005516-4

Choose $R_1 = -V_S/50\text{ }\mu\text{A}$
 $V_{OUT} = +1,500\text{ mV}$ at $+150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\text{ mV}$ at $+25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\text{ mV}$ at -55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

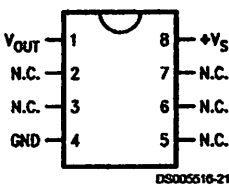
Connection Diagrams

TO-46
Metal Can Package*



*Case is connected to negative pin (GND)
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

SO-8
Small Outline Molded Package



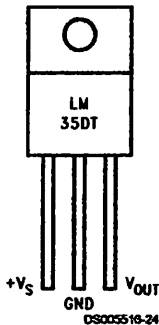
N.C. = No Connection
Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

TO-92
Plastic Package



Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

TO-220
Plastic Package*



*Tab is connected to the negative pin (GND).
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.
Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp.:	
TO-46 Package,	-60°C to +180°C
TO-92 Package,	-60°C to +150°C
SO-8 Package,	-65°C to +150°C
TO-220 Package,	-65°C to +150°C
Lead Temp.:	
TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300°C

TO-92 and TO-220 Package,
(Soldering, 10 seconds)

260°C

SO Package (Note 12)

Vapor Phase (60 seconds)

215°C

Infrared (15 seconds)

220°C

ESD Susceptibility (Note 11)

2500V

Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX}
(Note 2)

LM35, LM35A

-55°C to +150°C

LM35C, LM35CA

-40°C to +110°C

LM35D

0°C to +100°C

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = -10^\circ\text{C}$ $T_A = T_{MAX}$ $T_A = T_{MIN}$	± 0.2 ± 0.3 ± 0.4 ± 0.4	± 0.5 ± 1.0 ± 1.0		± 0.2 ± 0.3 ± 0.4 ± 0.4	± 0.5 ± 1.0 	± 1.0 ± 1.5	$^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$
Linearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	$^\circ\text{C}$
Source Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	$+10.0$	$+9.9$, $+10.1$		$+10.0$		$+9.9$, $+10.1$	mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.4 ± 0.5	± 1.0	± 3.0	± 0.4 ± 0.5	± 1.0	± 3.0	mV/mA mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $4V \leq V_S \leq 30V$	± 0.01 ± 0.02	± 0.05	± 0.1	± 0.01 ± 0.02	± 0.05	± 0.1	mV/V mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5V$, $+25^\circ\text{C}$ $V_S = +5V$ $V_S = +30V$, $+25^\circ\text{C}$ $V_S = +30V$	56 105 56.2 105.5	67 68	131 133	56 91 56.2 91.5	67 68	114 116	μA μA μA μA
Range of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_S \leq 30V$, $+25^\circ\text{C}$ $4V \leq V_S \leq 30V$	0.2 0.5	1.0	2.0	0.2 0.5	1.0	2.0	μA μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.5$	$+0.39$		$+0.5$	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Maximum Temperature Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	± 1.5		± 2.0	± 1.5		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.8	± 1.5		± 0.8		± 1.5	$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.8		± 1.5	± 0.8		± 2.0	$^{\circ}\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$				± 0.6	± 1.5		$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9		± 2.0	$^{\circ}\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.9		± 2.0	$^{\circ}\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.3		± 0.5	± 0.2		± 0.5	$^{\circ}\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$+10.0$	$+9.8,$ $+10.2$		$+10.0$		$+9.8,$ $+10.2$	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$	± 0.4	± 2.0		± 0.4	± 2.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5		± 5.0	± 0.5		± 5.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$	± 0.01	± 0.1		± 0.01	± 0.1		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.2	± 0.02		± 0.2	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$	56	80		56	80		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		158	91		138	μA
	$V_S = +30\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$	56.2	82		56.2	82		μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.5		3.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$+0.39$		$+0.7$	$+0.39$		$+0.7$	$\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of <i>Figure 1</i> , $I_L = 0$	$+1.5$		$+2.0$	$+1.5$		$+2.0$	$^{\circ}\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^{\circ}\text{C}$

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +150^{\circ}\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +110^{\circ}\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +100^{\circ}\text{C}$ for the LM35D. $V_S = +5\text{Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50 \mu\text{A}$, in the circuit of *Figure 2*. These specifications also apply from $+2^{\circ}\text{C}$ to T_{MAX} in the circuit of *Figure 1*. Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400°C/W , junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 180°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is 220°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is 90°C/W junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^{\circ}\text{C}$).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of *Figure 1*.

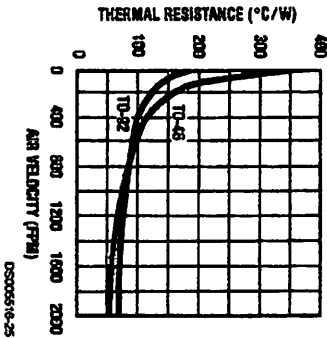
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model, 100 pF discharged through a $1.5 \text{ k}\Omega$ resistor.

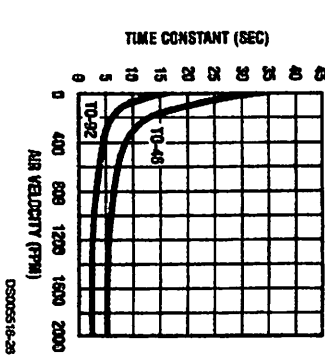
Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

Typical Performance Characteristics

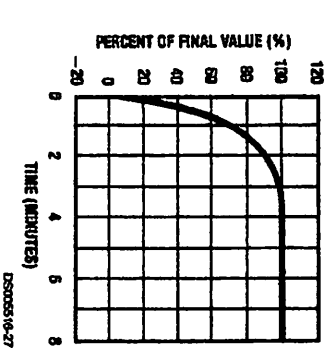
Thermal Resistance
junction to Air



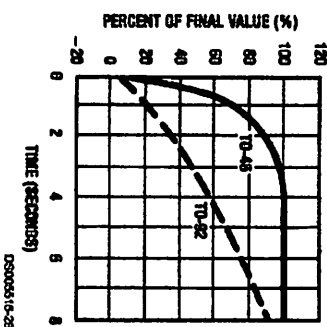
Thermal Time Constant
in Still Air



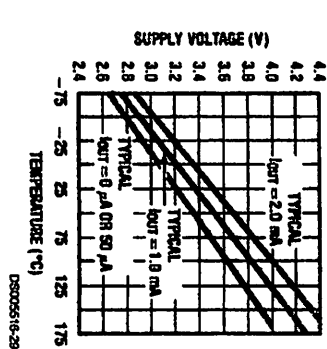
Thermal Response
in Still Air



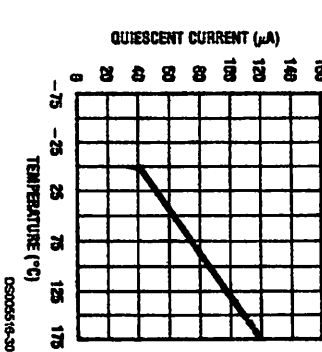
Thermal Response in
Stirred Oil Bath



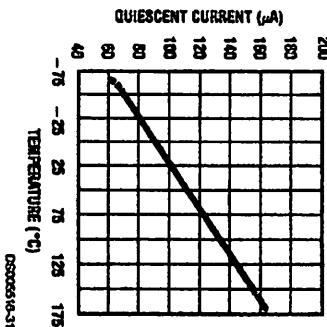
Minimum Supply
Voltage vs. Temperature



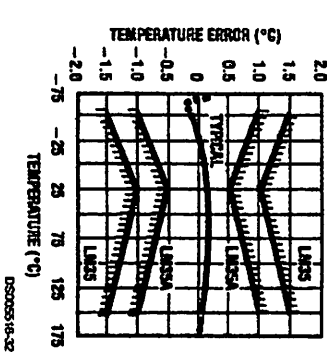
Quiescent Current
vs. Temperature
(In Circuit of Figure 1.)



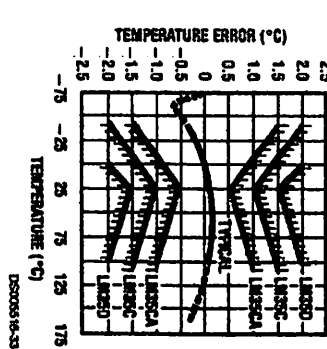
Quiescent Current
vs. Temperature
(In Circuit of Figure 2.)



Accuracy vs. Temperature
(Guaranteed)

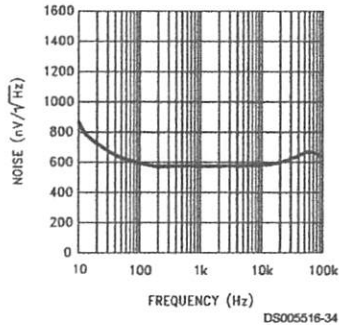


Accuracy vs. Temperature
(Guaranteed)

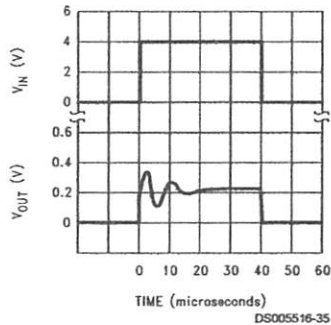


Typical Performance Characteristics (Continued)

Noise Voltage



Start-Up Response



Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V- terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadiest reading despite small deviations in the air temperature.

Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, θ_{JA})

	TO-46, no heat sink	TO-46*, small heat fin	TO-92, no heat sink	TO-92**, small heat fin	SO-8 no heat sink	SO-8**, small heat fin	TO-220 no heat sink
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W	220°C/W	110°C/W	90°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	90°C/W	26°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W			
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40°C/W			
(Clamped to metal, Infinite heat sink)		(24°C/W)			(55°C/W)		

*Wakefield type 201, or 1" disc of 0.020" sheet brass, soldered to case, or similar.
**TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/16" printed circuit board with 2 oz. foil or similar.

Typical Applications

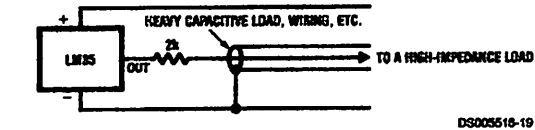


FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load

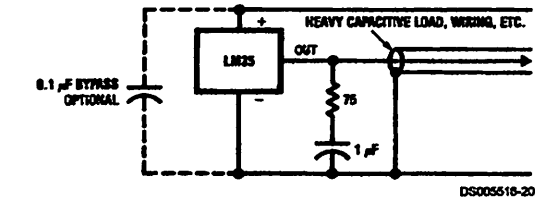


FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

CAPACITIVE LOADS

Like most micropower circuits, the LM35 has a limited ability to drive heavy capacitive loads. The LM35 by itself is able to drive 50 pf without special precautions. If heavier loads are anticipated, it is easy to isolate or decouple the load with a resistor; see Figure 3. Or you can improve the tolerance of capacitance with a series R-C damper from output to ground; see Figure 4.

When the LM35 is applied with a 200Ω load resistor as shown in Figure 5, Figure 6 or Figure 8 it is relatively immune to wiring capacitance because the capacitance forms a bypass from ground to input, not on the output. However, as with any linear circuit connected to wires in a hostile environment, its performance can be affected adversely by intense electromagnetic sources such as relays, radio transmitters, motors with arcing brushes, SCR transients, etc, as its wiring can act as a receiving antenna and its internal junctions can act as rectifiers. For best results in such cases, a bypass capacitor from V_{IN} to ground and a series R-C damper such as 75Ω in series with 0.2 or 1 μF from output to ground are often useful. These are shown in Figure 13, Figure 14, and Figure 16.

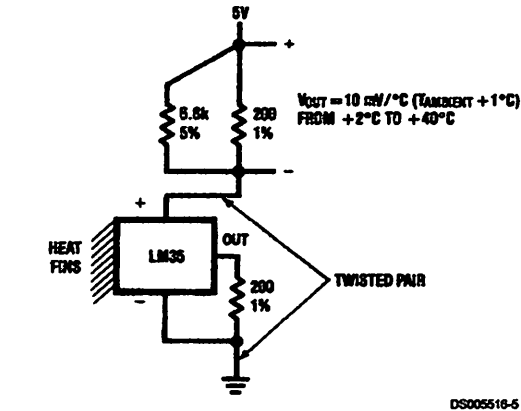


FIGURE 5. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Grounded Sensor)

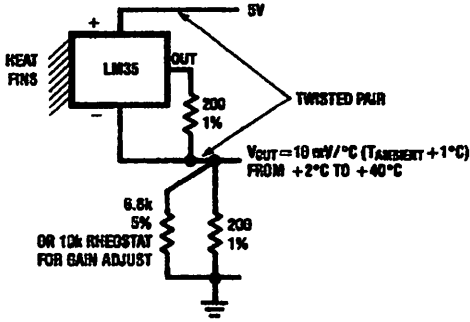


FIGURE 6. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

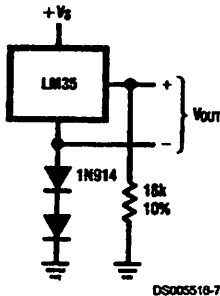


FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, -55° to +150°C

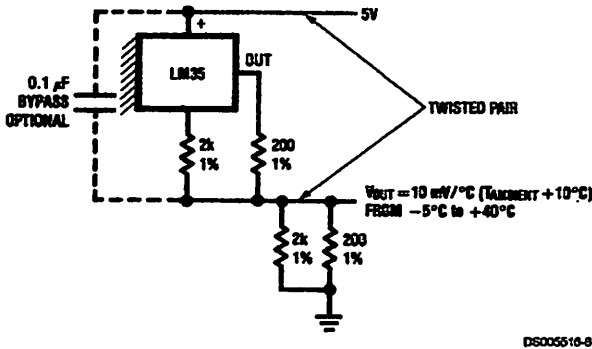


FIGURE 8. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

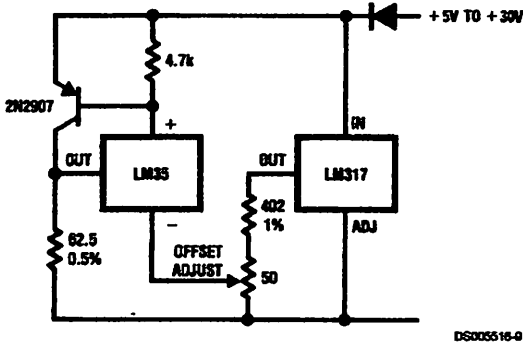


FIGURE 9. 4-To-20 mA Current Source (0°C to +100°C)

Typical Applications (Continued)

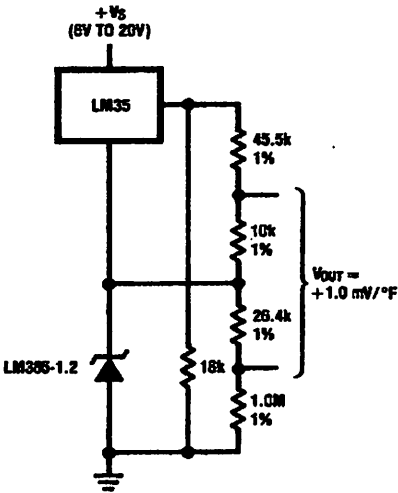


FIGURE 10. Fahrenheit Thermometer

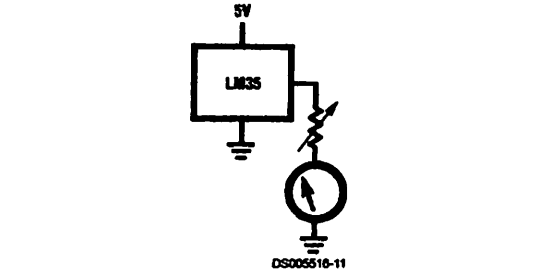


FIGURE 11. Centigrade Thermometer (Analog Meter)

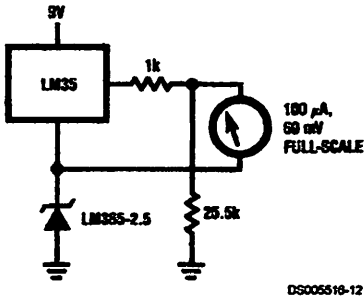


FIGURE 12. Fahrenheit Thermometer Expanded Scale Thermometer (50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)

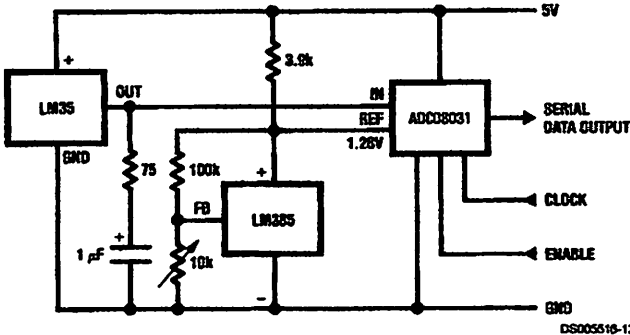


FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (+128°C Full Scale)

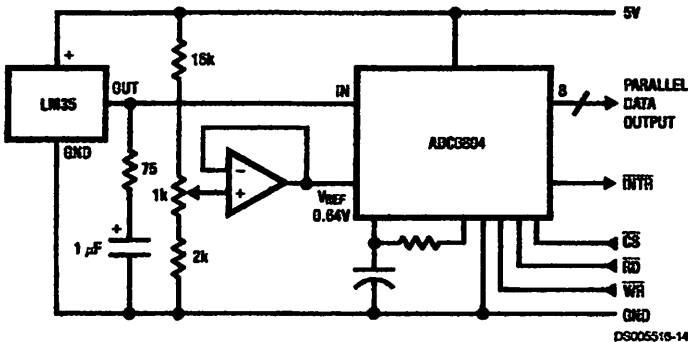
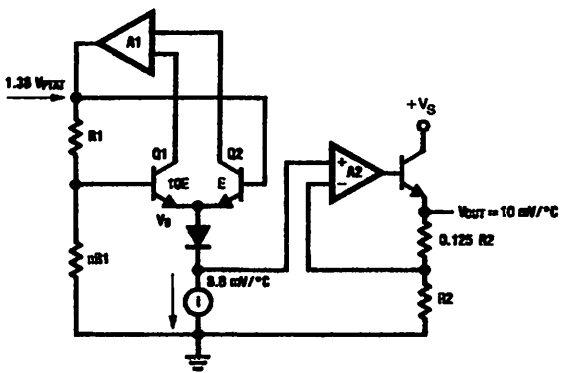


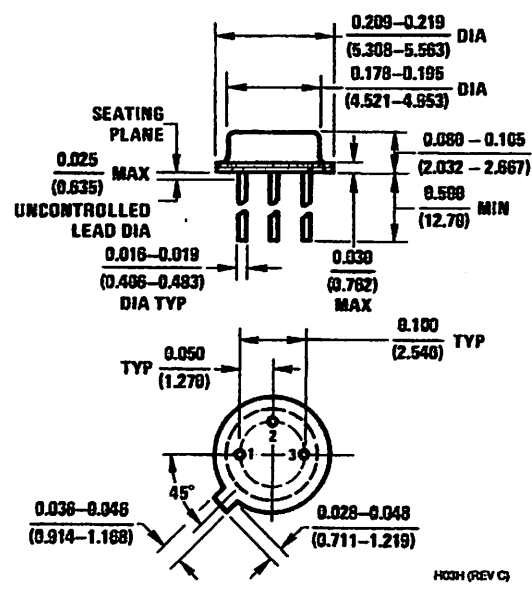
FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE™ Outputs for Standard Data Bus to μP Interface) (128°C Full Scale)

Block Diagram

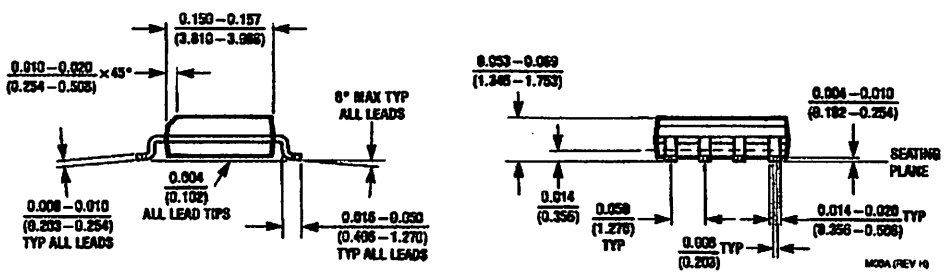
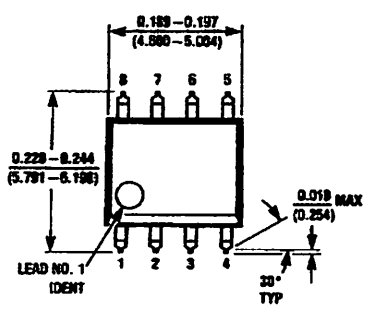


DS005518-23

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

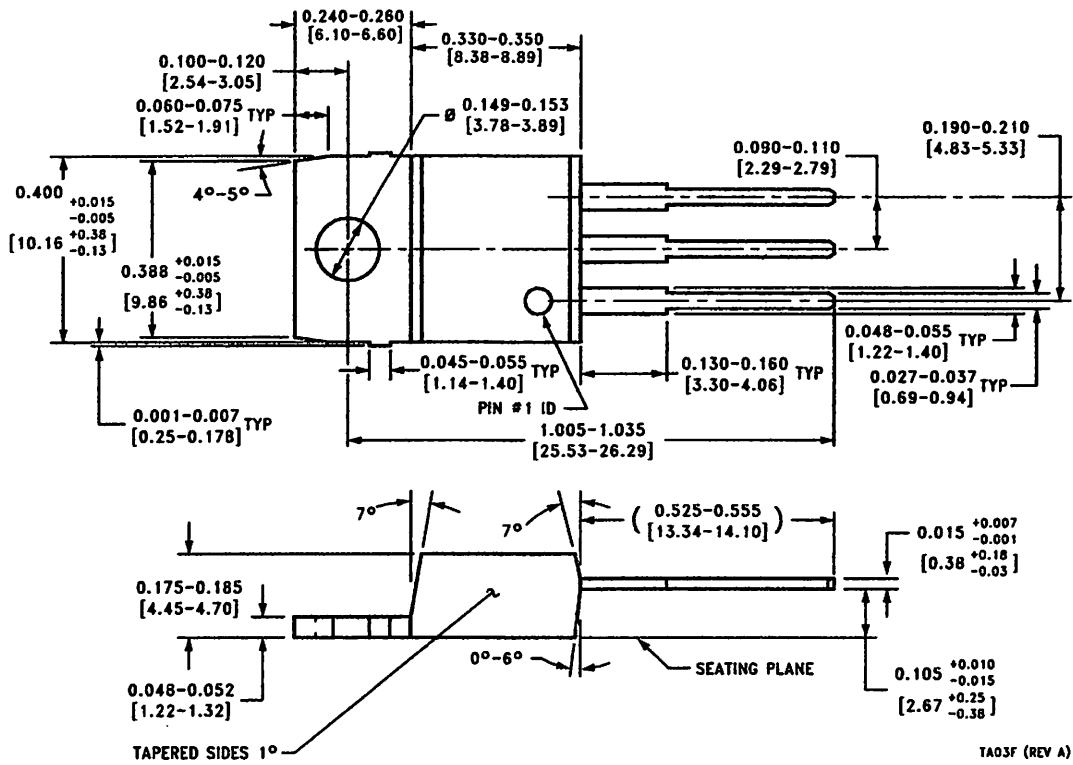


TO-46 Metal Can Package (H)
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH,
LM35CAH, or LM35DH
NS Package Number H03H



SO-8 Molded Small Outline Package (M)
Order Number LM35DM
NS Package Number M08A

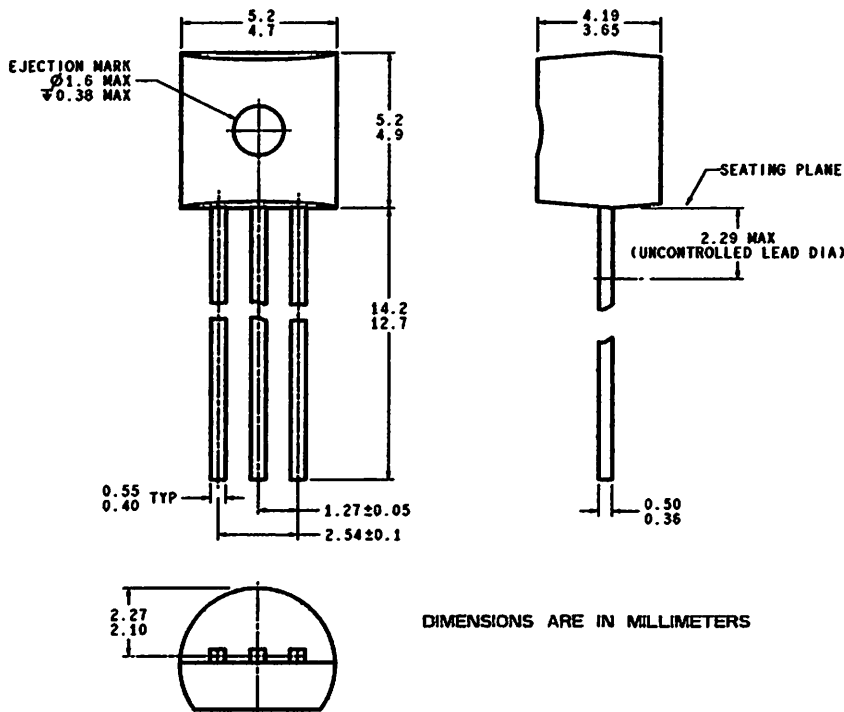
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



TA03F (REV A)

Power Package TO-220 (T)
Order Number LM35DT
NS Package Number TA03F

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

203A (Rev 6)

TO-92 Plastic Package (Z)
Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
NS Package Number Z03A

WARRANTY AND SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

- Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
- A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation Americas Tel: 1-800-272-0959 Fax: 1-800-737-7018 Email: support@nsc.com www.national.com	National Semiconductor Europe Fax: +49 (0) 180-630 65 88 Email: europe.support@nsc.com Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171 Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8780	National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group Tel: 65-2544466 Fax: 65-2504466 Email: ap.support@nsc.com	National Semiconductor Japan Ltd. Tel: 81-3-5639-7560 Fax: 81-3-5639-7507
---	--	---	--

National Semiconductor Corporation does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LM158/LM258/LM358/LM2904 Low Power Dual Operational Amplifiers

General Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

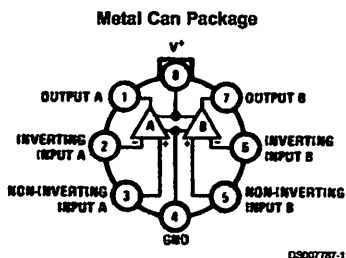
Advantages

- Two internally compensated op amps in a single package
- Eliminates need for dual supplies
- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation
- Pin-out same as LM1558/LM1458 dual operational amplifier

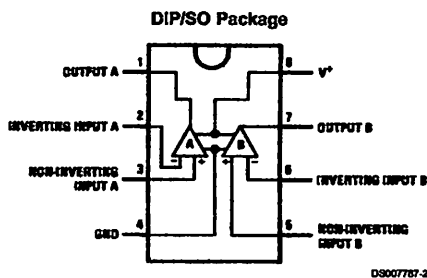
Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain: 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
 - Single supply: 3V to 32V
 - or dual supplies: $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Very low supply current drain (500 μA)—essentially independent of supply voltage
- Low input offset voltage: 2 mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing: 0V to $V^+ - 1.5V$

Connection Diagrams (Top Views)



Order Number LM158AH, LM158AH/883
(Note 1), LM158H, LM158H/883 (Note 1),
LM258H or LM358H
See NS Package Number H08C



Order Number LM158J, LM158J/883
(Note 1), LM158AJ or
LM158AJ/883 (Note 1)
See NS Package Number J08A
Order Number LM358M, LM358AM or LM2904M
See NS Package Number M08A
Order Number LM358AN, LM358N or LM2904N
See NS Package Number N08E

Note 1: LM158 is available per SMD #5962-8771001
LM158A is available per SMD #5962-8771002

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

	LM158/LM258/LM358 LM158A/LM258A/LM358A	LM2904
Supply Voltage, V^*	32V	26V
Differential Input Voltage	32V	26V
Input Voltage	-0.3V to +32V	-0.3V to +26V
Power Dissipation (Note 2)		
Molded DIP	830 mW	830 mW
Metal Can	550 mW	
Small Outline Package (M)	530 mW	530 mW
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) (Note 3) $V^* \leq 15V$ and $T_A = 25^\circ C$	Continuous	Continuous
Input Current ($V_{IN} < -0.3V$) (Note 4)	50 mA	50 mA
Operating Temperature Range		
LM358	0°C to +70°C	-40°C to +85°C
LM258	-25°C to +85°C	
LM158	-55°C to +125°C	
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Lead Temperature, DIP (Soldering, 10 seconds)	260°C	260°C
Lead Temperature, Metal Can (Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C
Soldering Information		
Dual-In-Line Package		
Soldering (10 seconds)	260°C	260°C
Small Outline Package		
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.		
ESD Tolerance (Note 11)	250V	250V

Electrical Characteristics

$V^* = +5.0V$, unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM158A			LM358A			LM158/LM258			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 6), $T_A = 25^\circ C$	1	2		2	3		2	5		mV
Input Bias Current	$I_{BQ(+)}$ or $I_{BQ(-)}$, $T_A = 25^\circ C$, $V_{CM} = 0V$, (Note 7)	20	50		45	100		45	150		nA
Input Offset Current	$I_{BQ(+)} - I_{BQ(-)}$, $V_{CM} = 0V$, $T_A = 25^\circ C$	2	10		5	30		3	30		nA
Input Common-Mode Voltage Range	$V^* = 30V$, (Note 8) (LM2904, $V^* = 26V$), $T_A = 25^\circ C$	0	$V^*-1.5$		0	$V^*-1.5$		0	$V^*-1.5$		V
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ on All Op Amps $V^* = 30V$ (LM2904 $V^* = 26V$) $V^* = 5V$	1	2		1	2		1	2		mA
		0.5	1.2		0.5	1.2		0.5	1.2		mA

Electrical Characteristics								
V* = +5.0V, unless otherwise stated								
Parameter	Conditions	LM358			LM2904			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 6), T _A = 25°C		2	7		2	7	mV
Input Bias Current	I _{IN(+)} or I _{IN(-)} , T _A = 25°C, V _{CM} = 0V, (Note 7)		45	250		45	250	nA
Input Offset Current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)} , V _{CM} = 0V, T _A = 25°C		5	50		5	50	nA
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30V, (Note 8) (LM2904, V* = 26V), T _A = 25°C	0		V*-1.5	0		V*-1.5	V
Supply Current	Over Full Temperature Range R _L = ∞ on All Op Amps V* = 30V (LM2904 V* = 26V) V* = 5V							
			1 0.5	2 1.2		1 0.5	2 1.2	mA mA

Electrical Characteristics										
V* = +5.0V, (Note 5), unless otherwise stated										
Parameter	Conditions	LM158A			LM358A			LM158/LM258		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
Large Signal Voltage Gain	V* = 15V, T _A = 25°C, R _L ≥ 2 kΩ, (For V _O = 1V to 11V)	50	100		25	100		50	100	
Common-Mode Rejection Ratio	T _A = 25°C, V _{CM} = 0V to V*-1.5V	70	85		65	85		70	85	
Power Supply Rejection Ratio	V* = 5V to 30V (LM2904, V* = 5V to 26V), T _A = 25°C	65	100		65	100		65	100	
Amplifier-to-Amplifier Coupling	f = 1 kHz to 20 kHz, T _A = 25°C (Input Referred), (Note 9)	-120			-120			-120		
Output Current	Source V _{IN+} = 1V, V _{IN-} = 0V, V* = 15V, V _O = 2V, T _A = 25°C	20	40		20	40		20	40	
	Sink V _{IN-} = 1V, V _{IN+} = 0V V* = 15V, T _A = 25°C, V _O = 2V	10	20		10	20		10	20	
	V _{IN-} = 1V, V _{IN+} = 0V T _A = 25°C, V _O = 200 mV, V* = 15V	12	50		12	50		12	50	
Short Circuit to Ground	T _A = 25°C, (Note 3), V* = 15V	40	60		40	60		40	60	
Input Offset Voltage	(Note 6)		4			5			7	
Input Offset Voltage Drift	R _S = 0Ω		7	15		7	20		7	
Input Offset Current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)}		30			75			100	
Input Offset Current Drift	R _S = 0Ω		10	200		10	300		10	
Input Bias Current	I _{IN(+)} or I _{IN(-)}		40	100		40	200		40	300
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30 V, (Note 8) (LM2904, V* = 26V)	0		V*-2	0		V*-2	0		V*-2

Electrical Characteristics (Continued)

V* = +5.0V, (Note 5), unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM158A			LM358A			LM158/LM258			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	V* = +15V (V _O = 1V to 11V) R _L ≥ 2 kΩ	25			15			25			V/mV
Output Voltage Swing	V _{OH} V* = +30V (LM2904, V* = 26V)	26			26			26			V
	R _L = 2 kΩ R _L = 10 kΩ	27	28		27	28		27	28		V
Output Current	V* = 5V, R _L = 10 kΩ	5			5			5			mV
Source	V _{IN} ⁺ = +1V, V _{IN} ⁻ = 0V, V* = 15V, V _O = 2V	10	20		10	20		10	20		mA
	Sink V _{IN} ⁻ = +1V, V _{IN} ⁺ = 0V, V* = 15V, V _O = 2V	10	15		5	8		5	8		mA

Electrical Characteristics

V* = +5.0V, (Note 5), unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM358			LM2904			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	V* = 15V, T _A = 25°C, R _L ≥ 2 kΩ, (For V _O = 1V to 11V)	25	100		25	100		V/mV
Common-Mode Rejection Ratio	T _A = 25°C, V _{CM} = 0V to V* - 1.5V	65	85		50	70		dB
Power Supply Rejection Ratio	V* = 5V to 30V (LM2904, V* = 5V to 26V), T _A = 25°C	65	100		50	100		dB
Amplifier-to-Amplifier Coupling	f = 1 kHz to 20 kHz, T _A = 25°C (Input Referred), (Note 9)	-120			-120			dB
Output Current	Source V _{IN} ⁺ = 1V, V _{IN} ⁻ = 0V, V* = 15V, V _O = 2V, T _A = 25°C	20	40		20	40		mA
	Sink V _{IN} ⁻ = 1V, V _{IN} ⁺ = 0V V* = 15V, T _A = 25°C, V _O = 2V	10	20		10	20		mA
	V _{IN} ⁻ = 1V, V _{IN} ⁺ = 0V T _A = 25°C, V _O = 200 mV, V* = 15V	12	50		12	50		μA
Short Circuit to Ground	T _A = 25°C, (Note 3), V* = 15V	40			40	60		mA
Input Offset Voltage	(Note 6)	9			10			mV
Input Offset Voltage Drift	R _S = 0Ω	7			7			μV/°C
Input Offset Current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)}	150			45	200		nA
Input Offset Current Drift	R _S = 0Ω	10			10			pA/°C
Input Bias Current	I _{IN(+)} or I _{IN(-)}	40	500		40	500		nA
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30 V, (Note 8) (LM2904, V* = 26V)	0	V* - 2		0	V* - 2		V

Electrical Characteristics (Continued)

V* = +5.0V, (Note 5), unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM358			LM2904			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	V* = +15V (V _O = 1V to 11V) R _L ≥ 2 kΩ	15			15			V/mV
Output Voltage Swing	V _{OH}	26			22			V
	V _{OL}	27			23			V
Output Current	V* = +30V (LM2904, V* = 26V) R _L = 2 kΩ	27			24			V
	R _L = 10 kΩ	5			5			mV
Output Current	Source	10			10			mA
	Sink	5			5			mA

Note 2: For operating at high temperatures, the LM358/LM358A, LM2904 must be derated based on a +125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 120°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM258/LM258A and LM158/LM158A can be derated based on a +150°C maximum junction temperature. The dissipation is the total of both amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.

Note 3: Short circuits from the output to V* can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V*. At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

Note 4: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the V* voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3V (at 25°C).

Note 5: These specifications are limited to -55°C ≤ T_A ≤ +125°C for the LM158/LM158A. With the LM258/LM258A, all temperature specifications are limited to -25°C ≤ T_A ≤ +85°C, the LM358/LM358A temperature specifications are limited to 0°C ≤ T_A ≤ +70°C, and the LM2904 specifications are limited to -40°C ≤ T_A ≤ +85°C.

Note 6: V_O = 1.4V, R_S = 0Ω with V* from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to V* - 1.5V) at 25°C. For LM2904, V* from 5V to 26V.

Note 7: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

Note 8: The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at 25°C). The upper end of the common-mode voltage range is V* - 1.5V (at 25°C), but either or both inputs can go to +32V without damage (+26V for LM2904), independent of the magnitude of V*.

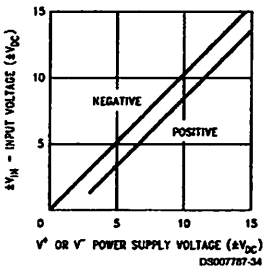
Note 9: Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

Note 10: Refer to RETS158AX for LM158A military specifications and to RETS158X for LM158 military specifications.

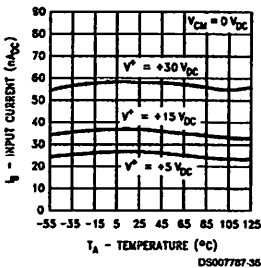
Note 11: Human body model, 1.5 kΩ in series with 100 pF.

Typical Performance Characteristics

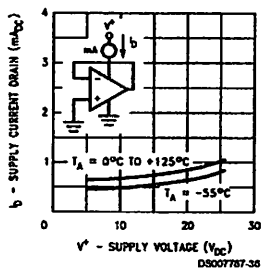
Input Voltage Range



Input Current

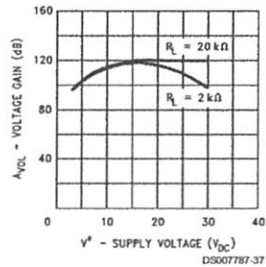


Supply Current

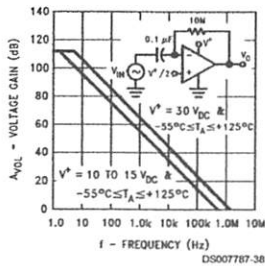


Typical Performance Characteristics (Continued)

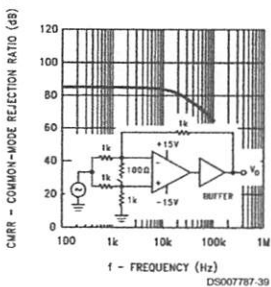
Voltage Gain



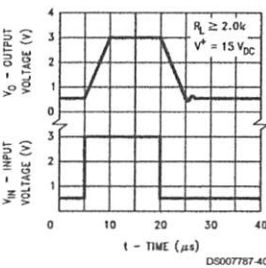
Open Loop Frequency Response



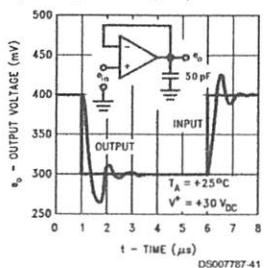
Common-Mode Rejection Ratio



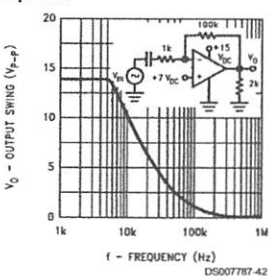
Voltage Follower Pulse Response



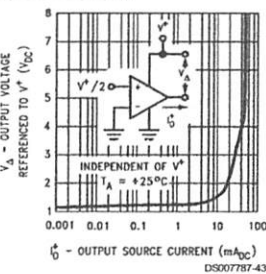
Voltage Follower Pulse Response (Small Signal)



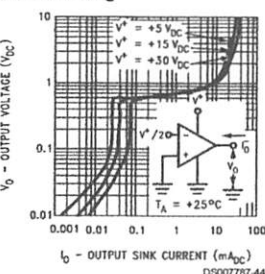
Large Signal Frequency Response



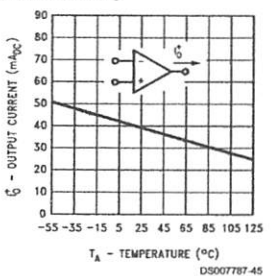
Output Characteristics Current Sourcing



Output Characteristics Current Sinking

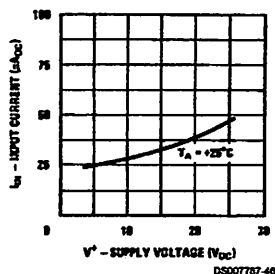


Current Limiting

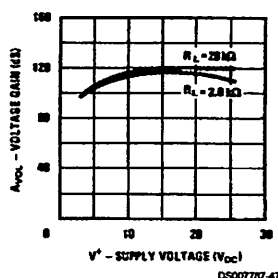


Typical Performance Characteristics (Continued)

Input Current (LM2902 only)



Voltage Gain (LM2902 only)



Application Hints

The LM158 series are op amps which operate with only a single power supply voltage, have true-differential inputs, and remain in the linear mode with an input common-mode voltage of 0 V_{DC} . These amplifiers operate over a wide range of power supply voltage with little change in performance characteristics. At 25°C amplifier operation is possible down to a minimum supply voltage of 2.3 V_{DC} .

Precautions should be taken to insure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed backwards in a test socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

Large differential input voltages can be easily accommodated and, as input differential voltage protection diodes are not needed, no large input currents result from large differential input voltages. The differential input voltage may be larger than V^+ without damaging the device. Protection should be provided to prevent the input voltages from going negative more than $-0.3 V_{DC}$ (at 25°C). An input clamp diode with a resistor to the IC input terminal can be used.

To reduce the power supply current drain, the amplifiers have a class A output stage for small signal levels which converts to class B in a large signal mode. This allows the amplifiers to both source and sink large output currents. Therefore both NPN and PNP external current boost transistors can be used to extend the power capability of the basic amplifiers. The output voltage needs to raise approximately 1 diode drop above ground to bias the on-chip vertical PNP transistor for output current sinking applications.

For ac applications, where the load is capacitively coupled to the output of the amplifier, a resistor should be used, from the output of the amplifier to ground to increase the class A bias current and prevent crossover distortion. Where the load is directly coupled, as in dc applications, there is no crossover distortion.

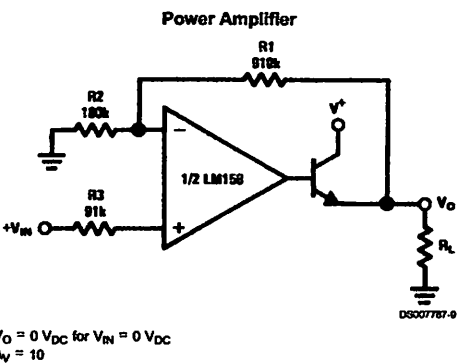
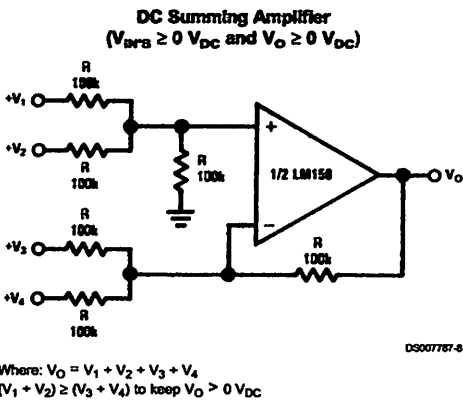
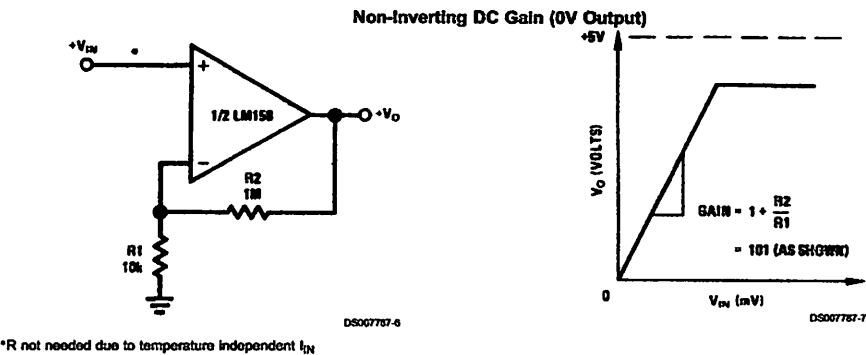
Capacitive loads which are applied directly to the output of the amplifier reduce the loop stability margin. Values of 50 pF can be accommodated using the worst-case non-inverting unity gain connection. Large closed loop gains or resistive isolation should be used if larger load capacitance must be driven by the amplifier.

The bias network of the LM158 establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of 3 V_{DC} to 30 V_{DC} .

Output short circuits either to ground or to the positive power supply should be of short time duration. Units can be destroyed, not as a result of the short circuit current causing metal fusing, but rather due to the large increase in IC chip dissipation which will cause eventual failure due to excessive junction temperatures. Putting direct short-circuits on more than one amplifier at a time will increase the total IC power dissipation to destructive levels, if not properly protected with external dissipation limiting resistors in series with the output leads of the amplifiers. The larger value of output source current which is available at 25°C provides a larger output current capability at elevated temperatures (see typical performance characteristics) than a standard IC op amp.

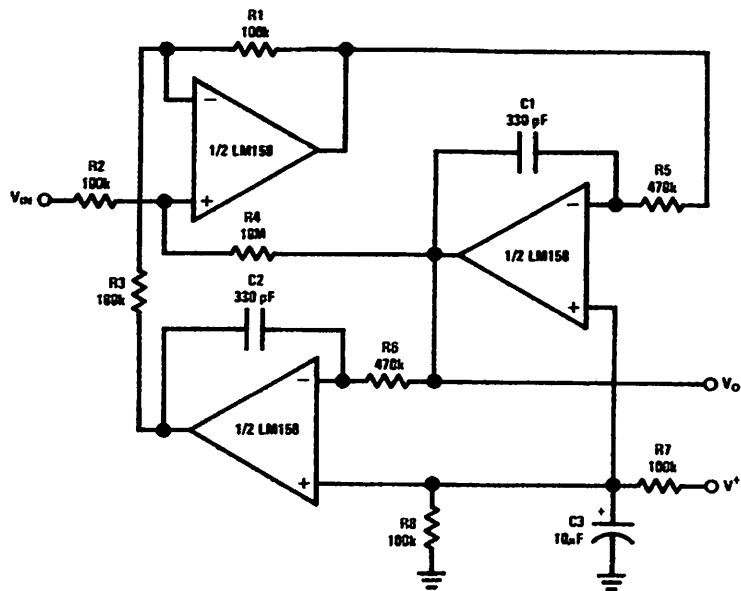
The circuits presented in the section on typical applications emphasize operation on only a single power supply voltage. If complementary power supplies are available, all of the standard op amp circuits can be used. In general, introducing a pseudo-ground (a bias voltage reference of $V^+/2$) will allow operation above and below this value in single power supply systems. Many application circuits are shown which take advantage of the wide input common-mode voltage range which includes ground. In most cases, input biasing is not required and input voltages which range to ground can easily be accommodated.

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0\text{ V}_{\text{DC}}$)



Typical Single-Supply Applications (V⁺ = 5.0 V_{DC}) (Continued)

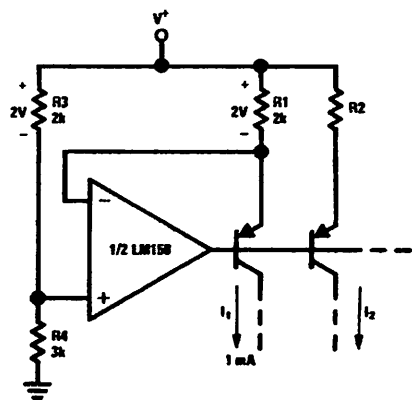
“BI-QUAD” RC Active Bandpass Filter



DS007787-10

f₀ = 1 kHz
Q = 50
A_v = 100 (40 dB)

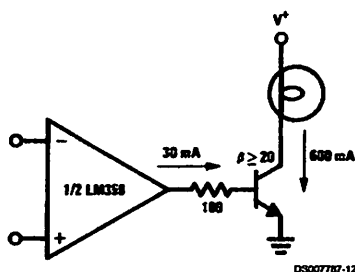
Fixed Current Sources



DS007787-11

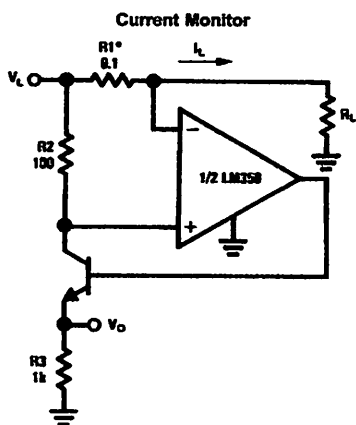
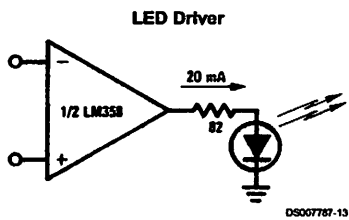
$$I_2 = \left(\frac{R1}{R2} \right) I_1$$

Lamp Driver



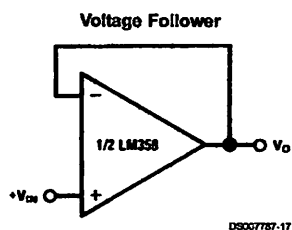
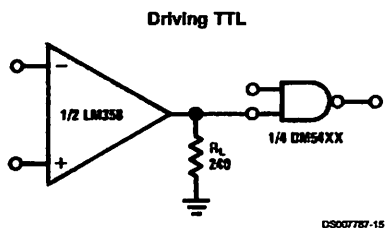
DS007787-12

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

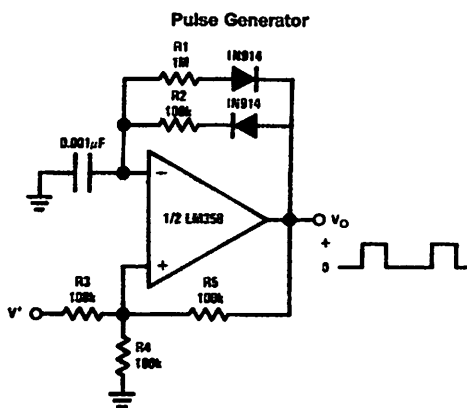


$$V_O = \frac{1V(I_L)}{1A}$$

*(Increase R1 for I_L small)
 $V_L \leq V^+ - 2V$

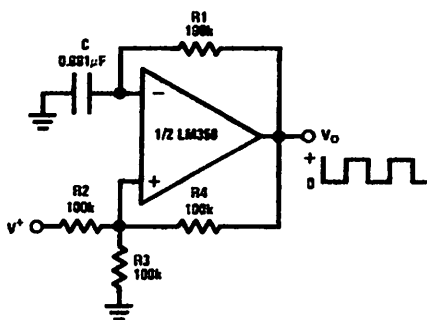


$$V_O = V_{IN}$$



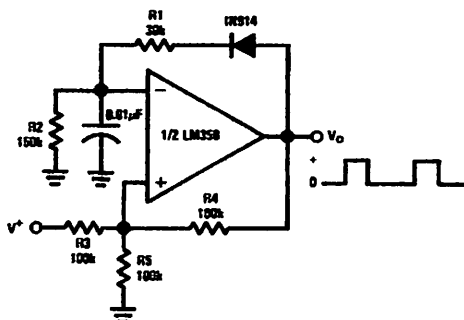
Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0\text{ V}_{\text{DC}}$) (Continued)

Squarewave Oscillator



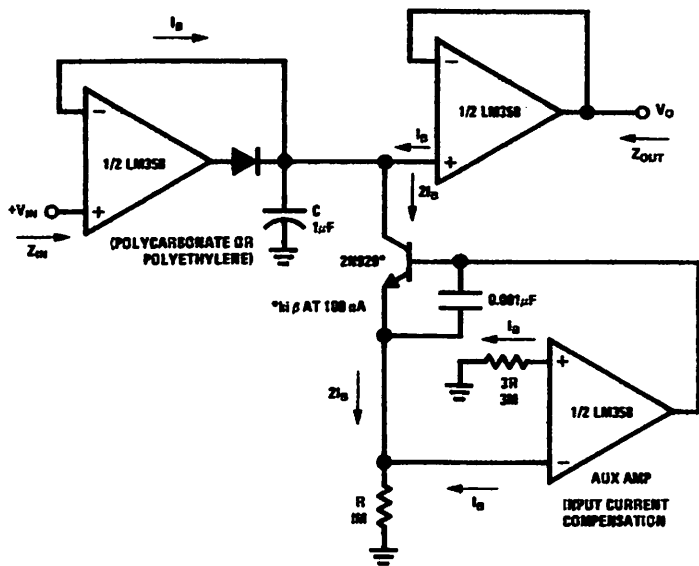
DS007787-18

Pulse Generator



DS007787-19

Low Drift Peak Detector

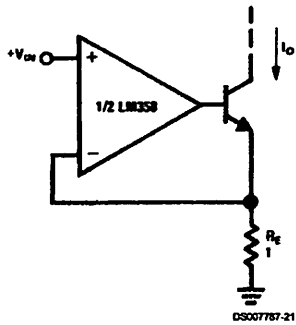


DS007787-20

HIGH Z_{IN}
LOW Z_{OUT}

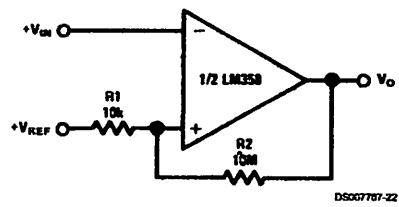
Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

High Compliance Current Sink

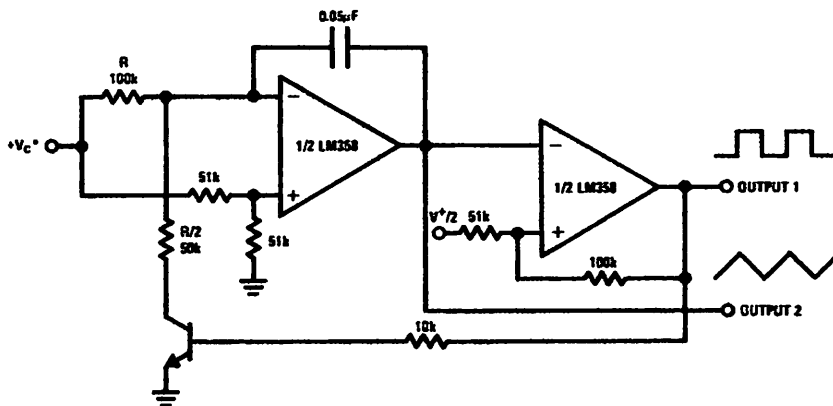


$I_O = 1 \text{ amp/volt } V_{R_N}$
(Increase R_E for I_O small)

Comparator with Hysteresis



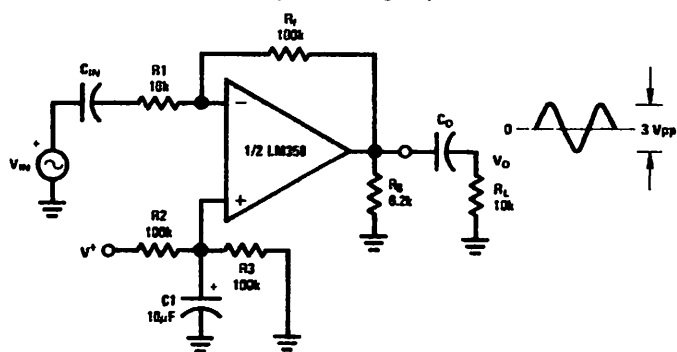
Voltage Controlled Oscillator (VCO)



*WIDE CONTROL VOLTAGE RANGE: $0 V_{DC} \leq V_C \leq 2 (V^+ - 1.5V_{DC})$

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0\text{ V}_{\text{DC}}$) (Continued)

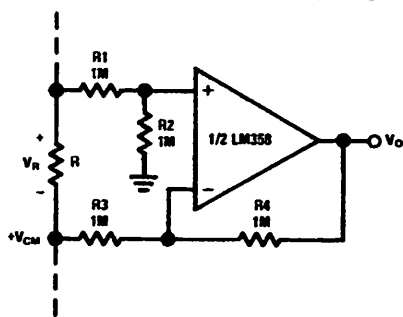
AC Coupled Inverting Amplifier



DS007757-24

$A_V = \frac{R_F}{R_1}$ (As shown, $A_V = 10$)

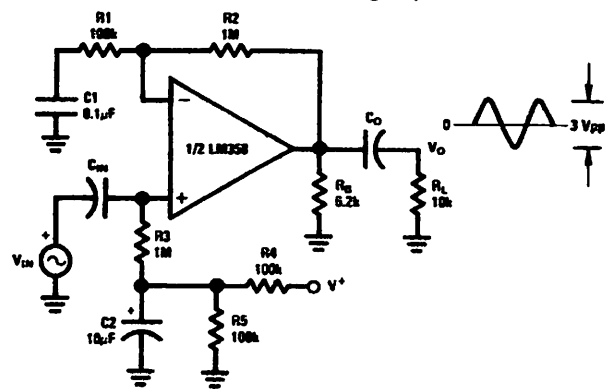
Ground Referencing a Differential Input Signal



DS007757-25

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

AC Coupled Non-Inverting Amplifier

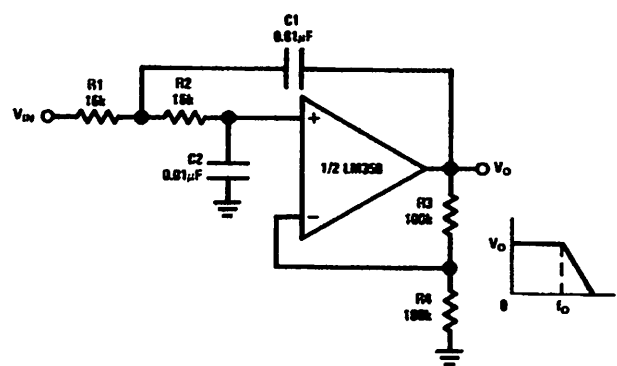


DS007787-20

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$A_v = 11$ (As Shown)

DC Coupled Low-Pass RC Active Filter



DS007787-21

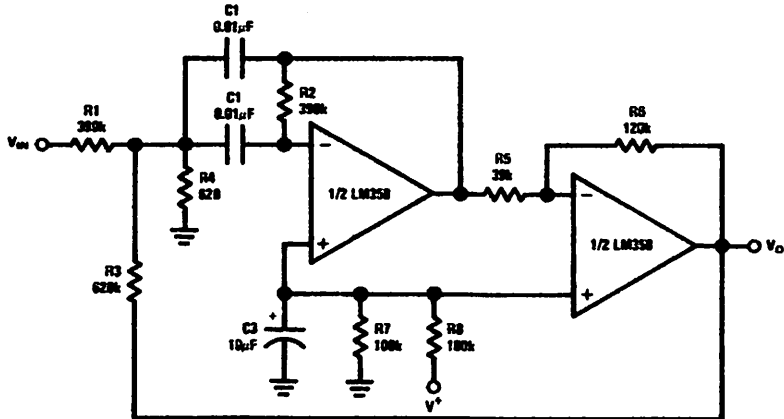
$$f_c = 1 \text{ kHz}$$

$$Q = 1$$

$$A_v = 2$$

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0\text{ V}_{\text{DC}}$) (Continued)

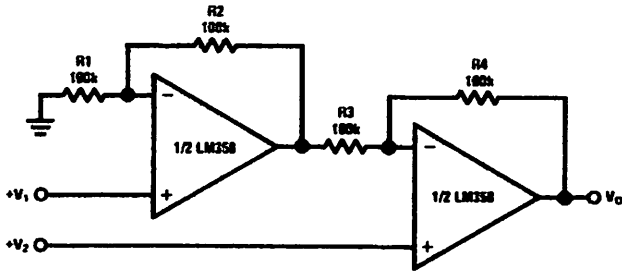
Bandpass Active Filter



DS007167-28

$f_0 = 1\text{ kHz}$
 $Q = 25$

High Input Z, DC Differential Amplifier

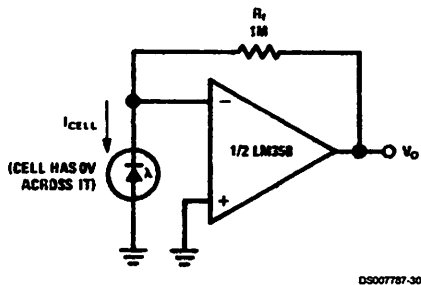


DS007167-29

For $\frac{R1}{R2} = \frac{R4}{R3}$ (CMRR depends on this resistor ratio match)
 $V_0 = 1 + \frac{R4}{R3} (V_2 - V_1)$
 As Shown: $V_0 = 2 (V_2 - V_1)$

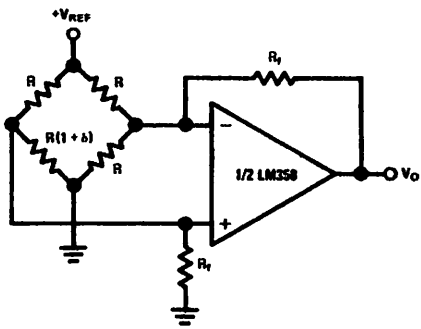
Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

Photo Voltaic-Cell Amplifier



DS007787-30

Bridge Current Amplifier

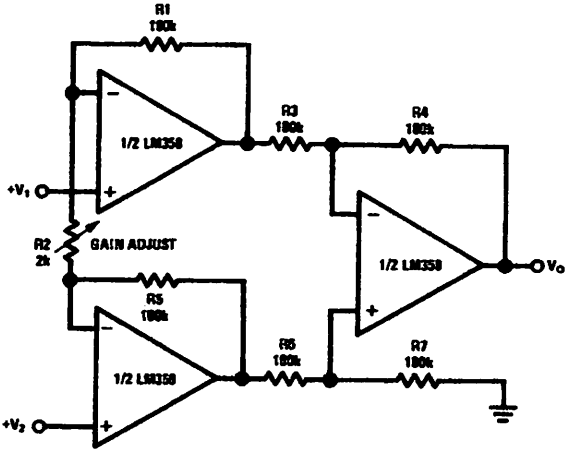


DS007787-33

For $\delta \ll 1$ and $R_f \gg R$

$$V_O \approx V_{REF} \left(\frac{\delta}{2} \right) \frac{R_f}{R}$$

High Input Z Adjustable-Gain DC Instrumentation Amplifier



DS007787-31

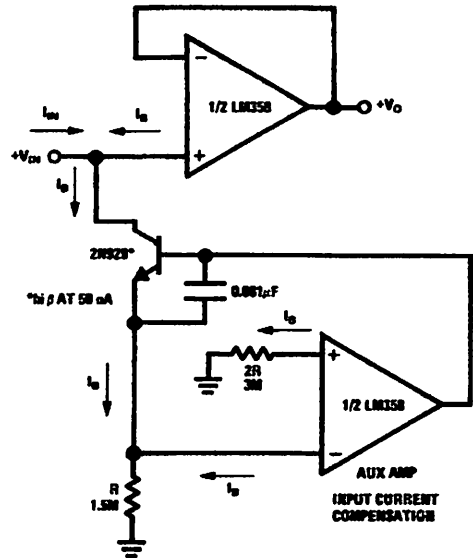
If $R1 = R5$ & $R3 = R4 = R6 = R7$ (CMRR depends on match)

$$V_O \approx 1 + \frac{2R1}{R2} (V_2 - V_1)$$

As shown $V_O = 101 (V_2 - V_1)$

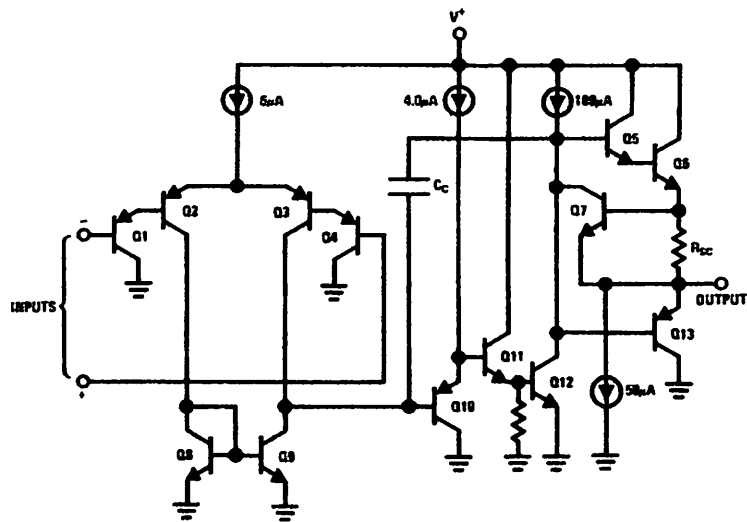
Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

Using Symmetrical Amplifiers to Reduce Input Current (General Concept)



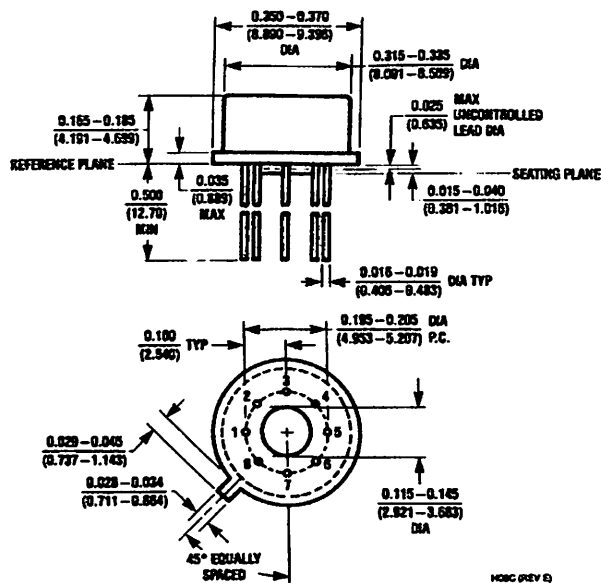
DS007787-32

Schematic Diagram (Each Amplifier)

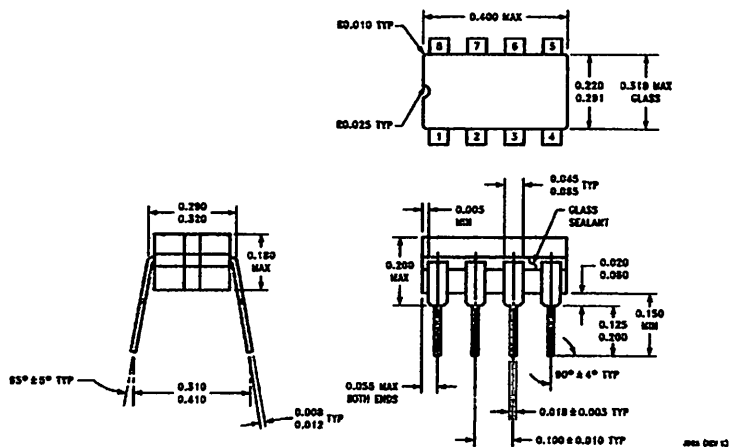


DS007787-3

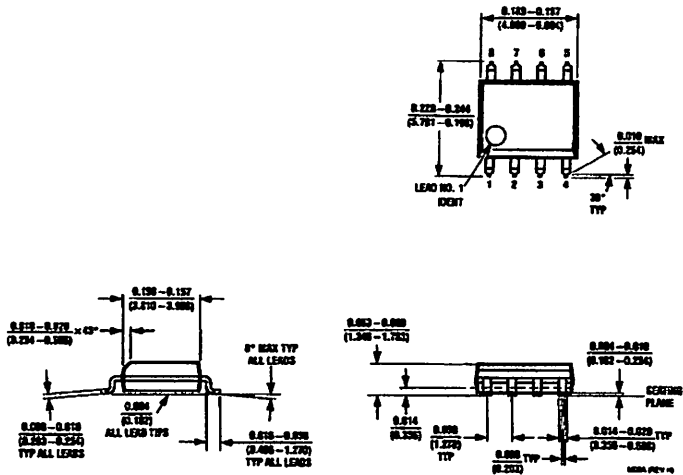
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



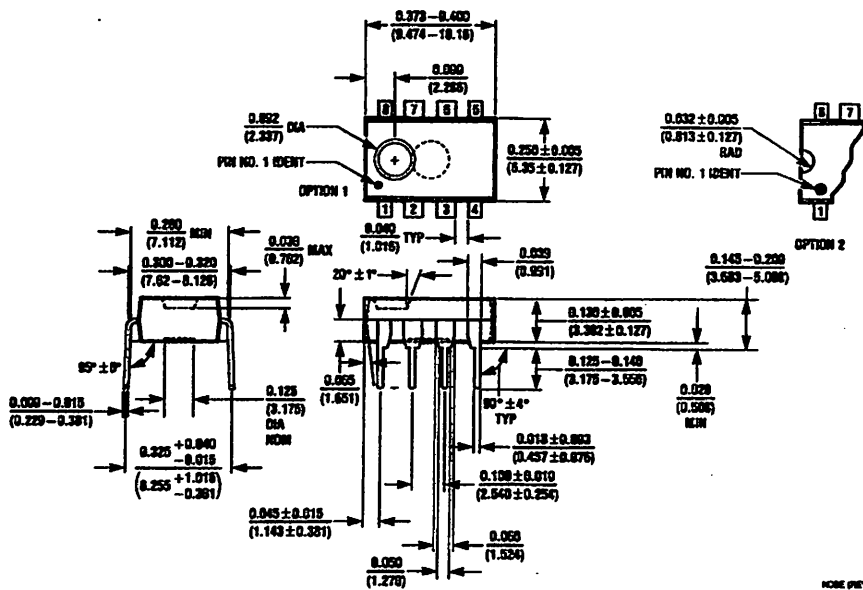
Metal Can Package (H)
 Order Number LM158AH, LM158AH/883, LM158H,
 LM158H/883, LM258H or LM358H
 NS Package Number H08C



Cerdip Package (J)
 Order Number LM158J, LM158J/883, LM158AJ or LM158AJ/883
 NS Package Number J08A

Physical Dimensions Inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)

S.O. Package (M)
Order Number LM358M, LM358AM or LM2904M
NS Package Number M08A



Molded Dip Package (N)
Order Number LM358AN, LM358N or LM2904N
NS Package Number N08E

Notes

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-8959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com

www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 1 80-530 85 88
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85
English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32
Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58
Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: asa.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5839-7500
Fax: 81-3-5839-7507

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

RHK1AN

General Specifications

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Part name | : Humidity Sensor |
| 2. Type | : RHK1AN |
| 3. Storage temperature range | : -40 ~ 85℃ |
| 4. Storage humidity range | : Less than 95%RH |
| 5. Operating temperature range | : 0 ~ 60℃ |
| 6. Operating humidity range | : 20 ~ 90%RH |
| 7. Rated voltage | : AC 1V (50Hz ~ 1Hz) |
| 8. Rated power | : 0.3 mW |
| 9. Standard characteristic | : 60 kΩ (at 25℃, 60%RH) |
| 10. Accuracy | : < ±3%RH |
| 11. Hysteresis | : Within 3%RH |
| 12. Typical humidity response characteristic | : Show in Fig. 1 |
| 13. Typical humidity response characteristic | : Show in Fig. 2 |
| 14. Dimension | : Show in Fig. 3 |

HUMIDITY SENSOR

MEC

RHKIAN

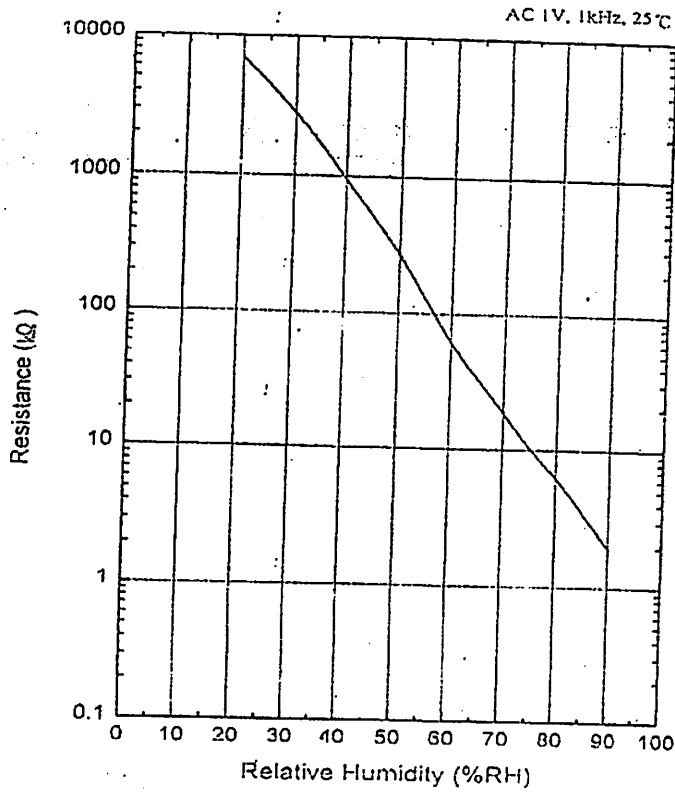


Fig. 1 Typical Characteristics

RH/IAN

HUMIDITY SENSOR

MEC

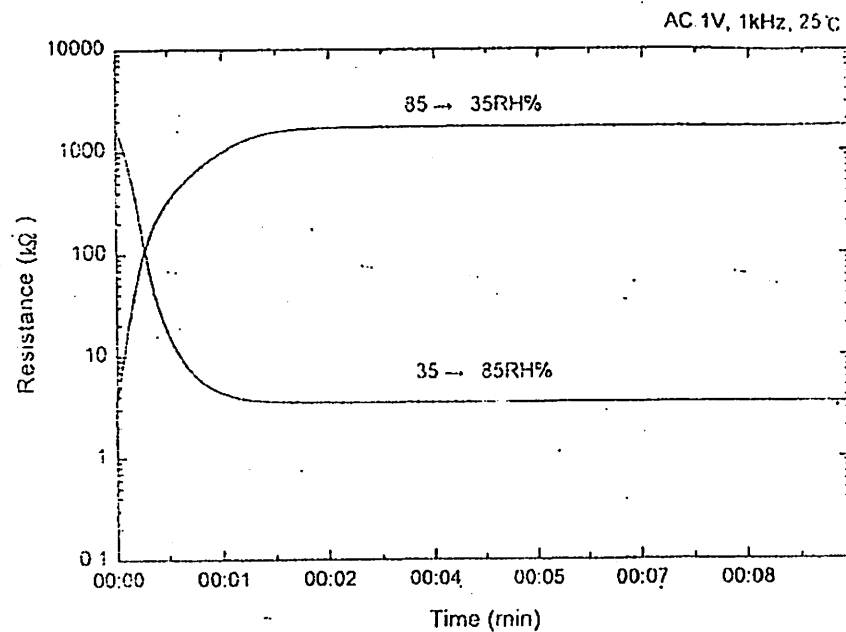


Fig. 2 Typical humidity response characteristic

hs4 (1700x2340x256 jpeg)

HUMIDITY SENSOR

MEC

RHKIAN

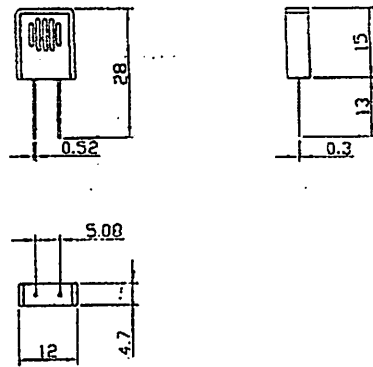


Fig.3 Dimension of Humidity Sensor

HUMIDITY SENSOR

MEC

RHKIAN

Mechanical characteristics

1. Soldering heat resistance

The Humidity Sensor should be kept the original appearance and electrical characteristics after soldering the lead for 3 seconds at $270 \pm 5^\circ\text{C}$ temperature condition.

2. Termination strength

Lead terminal should be safe after pulling with it by 500g force for 10 seconds.

3. Shock resistance

The Humidity Sensor should be kept the original appearance and electrical characteristics after falling down 5 times on the hard place from 70cm height.

4. Vibration resistance

The Humidity Sensor should be kept the original appearance and electrical characteristics after testing the vibration for 2 hours in each direction(X,Y,Z) 10-55Hz frequency in the box(10x 60x 10).

Reliability

1. Humidity resistance

Put it for 1000 hours at 40°C and 90%RH, put it more for 1 hour in usual humidity and temperature conditions. After that, the value is changed within $\pm 3\%$ RH from the initial value.

2. Humidity cycle.

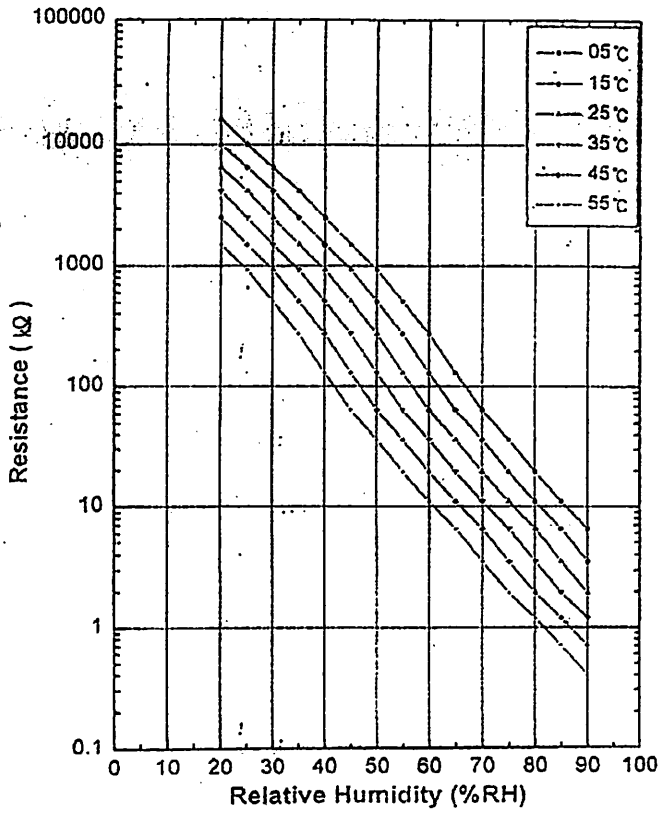
One cycle should be to put for 30 minutes at 25°C and 30%RH continue to put it for 30 minutes while raising to 90%RH, put it for 30 minutes at 90%RH and put it more for 30 minutes while lowering to 30%RH. Repeat 500 these cycles, then put it for 1 hour in the usual humidity and temperature conditions. After that, the value is changed within $\pm 5\%$ RH from the initial value.

HUMIDITY SENSOR

MEC

RHK1AN

Temperature Characteristic



HUMIDITY SENSOR

MEC**RHKIAN**RHKIAN (25°C) %RH / kΩ

20%RH	6500	80%RH	65
21%RH	6000	81%RH	57
22%RH	5600	82%RH	51
23%RH	5000	83%RH	45
24%RH	4600	84%RH	40
25%RH	4200	85%RH	36
26%RH	3800	86%RH	32
27%RH	3500	87%RH	28
28%RH	3100	88%RH	25
29%RH	2800	89%RH	22
30%RH	2500	90%RH	19.5
31%RH	2200	91%RH	17.7
32%RH	2000	92%RH	15.8
33%RH	1800	93%RH	14
34%RH	1650	94%RH	12.4
35%RH	1500	95%RH	11
36%RH	1390	96%RH	10
37%RH	1270	97%RH	9
38%RH	1140	98%RH	8.1
39%RH	1050	99%RH	7.2
40%RH	930	100%RH	6.5
41%RH	820		
42%RH	740		
43%RH	650		
44%RH	500		
45%RH	510		
46%RH	450		
47%RH	400		
48%RH	350		
49%RH	310		
50%RH	275		
51%RH	230		
52%RH	200		
53%RH	175		
54%RH	150		
55%RH	130		
56%RH	115		
57%RH	100		
58%RH	85		
59%RH	74		

HUMIDITY SENSOR

MEC**RHK1AN**

Temperature characteristics at each temperature

Unit : Ω

%RH	Resistance at 5°C	Resistance at 15°C	Resistance at 25°C	Resistance at 35°C	Resistance at 45°C	Resistance at 55°C
20	16,000	10,000	6,500	4,200	2,500	1,500
25	10,000	6,500	4,200	2,500	1,500	930
30	6,500	4,200	2,500	1,500	930	510
35	4,200	2,500	1,500	930	510	275
40	2,500	1,500	930	510	275	130
45	1,500	930	510	275	130	65
50	930	510	275	130	65	36
55	510	275	130	65	36	19.5
60	275	130	65	36	19.5	11
65	130	65	36	19.5	11	6.5
70	65	36	19.5	11	6.5	3.5
75	36	19.5	11	6.5	3.5	1.95
80	19.5	11	6.5	3.5	1.95	1.2
85	11	6.5	3.5	1.95	1.2	0.7
90	6.5	3.5	1.95	1.2	0.7	0.4

LM741 Operational Amplifier

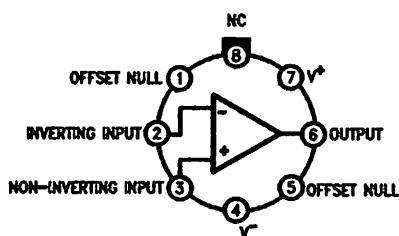
General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications. The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C is identical to the LM741/LM741A except that the LM741C has their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

Connection Diagrams

Metal Can Package

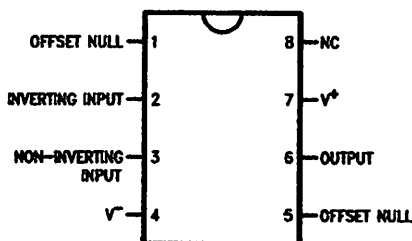


DS009341-2

Note 1: LM741H is available per JM38510/10101

Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 1),
LM741AH/883 or LM741CH
See NS Package Number H08C

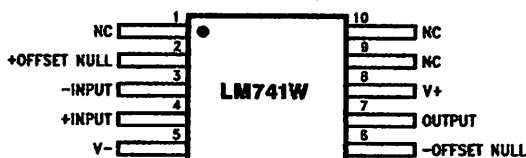
Dual-In-Line or S.O. Package



DS009341-3

Order Number LM741J, LM741J/883, LM741CN
See NS Package Number J08A, M08A or N08E

Ceramic Flatpak

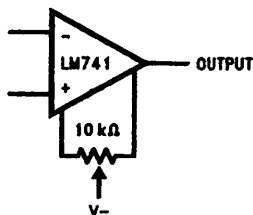


DS009341-6

Order Number LM741W/883
See NS Package Number W10A

Typical Application

Offset Nulling Circuit



DS009341-7

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

(Note 7)

	LM741A	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 3)	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 4)	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	150°C	100°C
Soldering Information			
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C
M-Package			
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

ESD Tolerance (Note 8)	400V	400V	400V
------------------------	------	------	------

Electrical Characteristics (Note 5)

Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $R_S = 10\text{ k}\Omega$ $R_S = 50\text{X}$					1.0	5.0		2.0	6.0	mV
			0.8	3.0							mV
	$T_{AMIN} \cdot T_A \cdot T_{AMAX}$ $R_S = 50\text{X}$ $R_S = 10\text{ k}\Omega$			4.0			6.0			7.5	mV
Average Input Offset Voltage Drift				15							$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^{\circ}\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \cdot T_A \cdot T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							$\text{nA}/^{\circ}\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \cdot T_A \cdot T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	μA
Input Resistance	$T_A = 25^{\circ}\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		M Ω
	$T_{AMIN} \cdot T_A \cdot T_{AMAX}, V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									M Ω
Input Voltage Range	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{AMIN} \cdot T_A \cdot T_{AMAX}$				±12	±13					V

Electrical Characteristics (Note 5) (Continued)											
Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Open-Loop Signal Voltage Gain	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 20\text{V}$, $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$, $V_O = \pm 10\text{V}$	50			50	200		20	200		V/mV V/mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$, $V_S = \pm 20\text{V}$, $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$, $V_O = \pm 10\text{V}$ $V_S = \pm 5\text{V}$, $V_O = \pm 2\text{V}$	32			25			15			V/mV V/mV V/mV
		10									
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20\text{V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	± 16 ± 15									V V
	$V_S = \pm 15\text{V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$				± 12 ± 10	± 14 ± 13		± 12 ± 10	± 14 ± 13		V V
Output Short-Circuit Current	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	10	25	35		25			25		mA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	10		40							mA
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_S \geq 10\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = \pm 12\text{V}$ $R_S \geq 50\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = \pm 12\text{V}$				70	90		70	90		dB dB
		80	95								
Common-Mode Voltage Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$, $V_S = \pm 20\text{V}$ to $V_S = \pm 5\text{V}$ $R_S \geq 50\text{ k}\Omega$ $R_S \geq 10\text{ k}\Omega$	86	96		77	96		77	96		dB dB
Transient Response Settling Time Overshoot	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$, Unity Gain		0.25 6.0	0.8 20		0.3 5			0.3 5		μs %
Bandwidth (Note 6)	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$, Unity Gain	0.3	0.7			0.5			0.5		V/ μs
Supply Current	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $V_S = \pm 20\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$		80	150		50	85		50	85	mW mW
	$V_S = \pm 20\text{V}$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$			165 135							mW mW
	$V_S = \pm 15\text{V}$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$					60 45	100 75				mW mW

Note 2: "Absolute Maximum Ratings" indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be used, but do not guarantee specific performance limits.

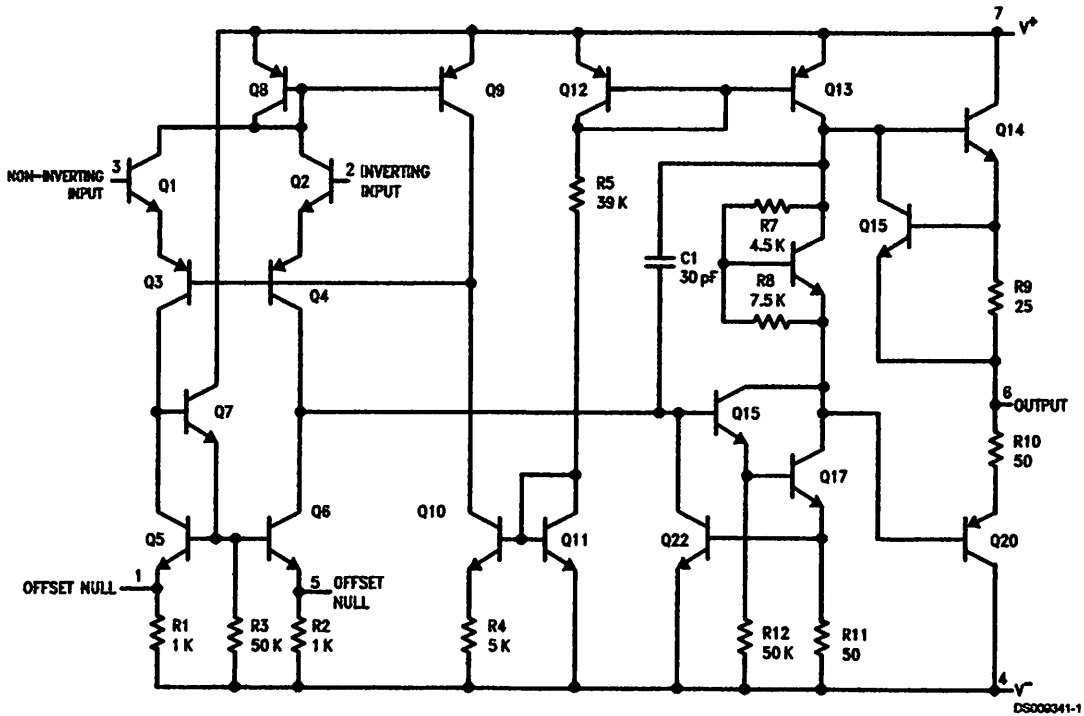
Electrical Characteristics (Note 5) (Continued)

Note 3: For operation at elevated temperatures, these devices must be derated based on thermal resistance, and T_J max. (listed under "Absolute Maximum Ratings"). $T_J = T_A + (r_{JA} P_D)$.

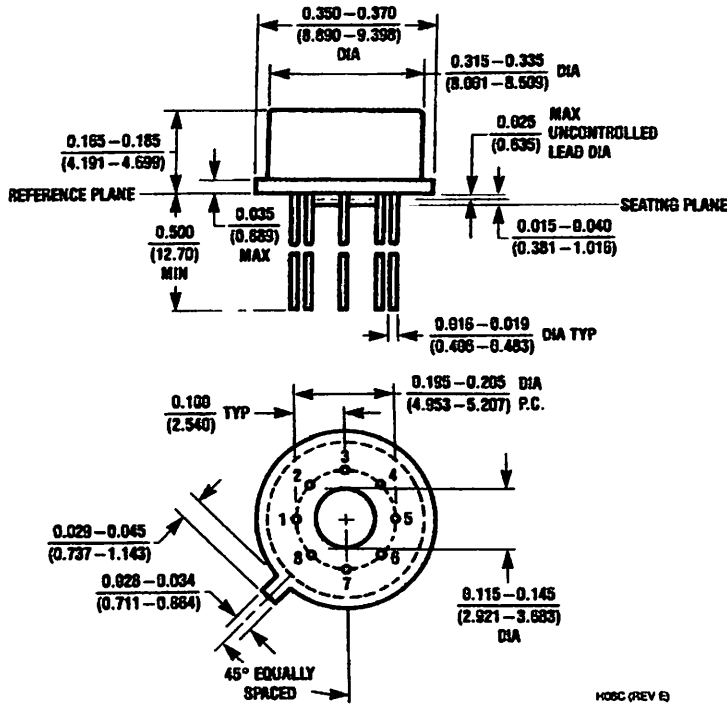
Thermal Resistance	Cerdip (J)	DIP (N)	HO8 (H)	SO-8 (M)
r_{JA} (Junction to Ambient)	100°C/W	100°C/W	170°C/W	195°C/W
r_{JC} (Junction to Case)	N/A	N/A	25°C/W	N/A

- Note 4: For supply voltages less than $\pm 15V$, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.
- Note 5: Unless otherwise specified, these specifications apply for $V_S = \pm 15V$, $-55^{\circ}C \leq T_A \leq +125^{\circ}C$ (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to $0^{\circ}C \leq T_A \leq +70^{\circ}C$.
- Note 6: Calculated value from: $BW \text{ (MHz)} = 0.35/\text{Rise Time}(\mu s)$.
- Note 7: For military specifications see RETS741X for LM741 and RETS741AX for LM741A.
- Note 8: Human body model, 1.5 kX in series with 100 pF.

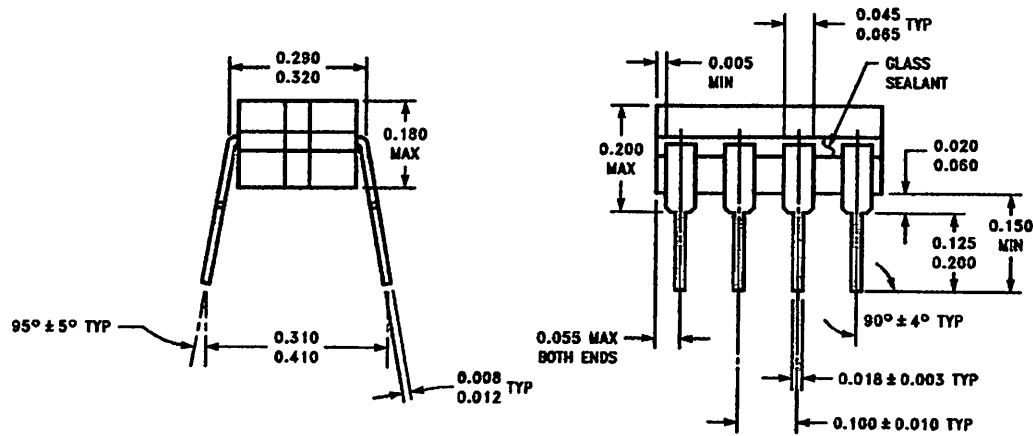
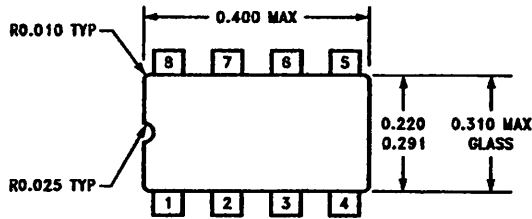
Schematic Diagram



Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

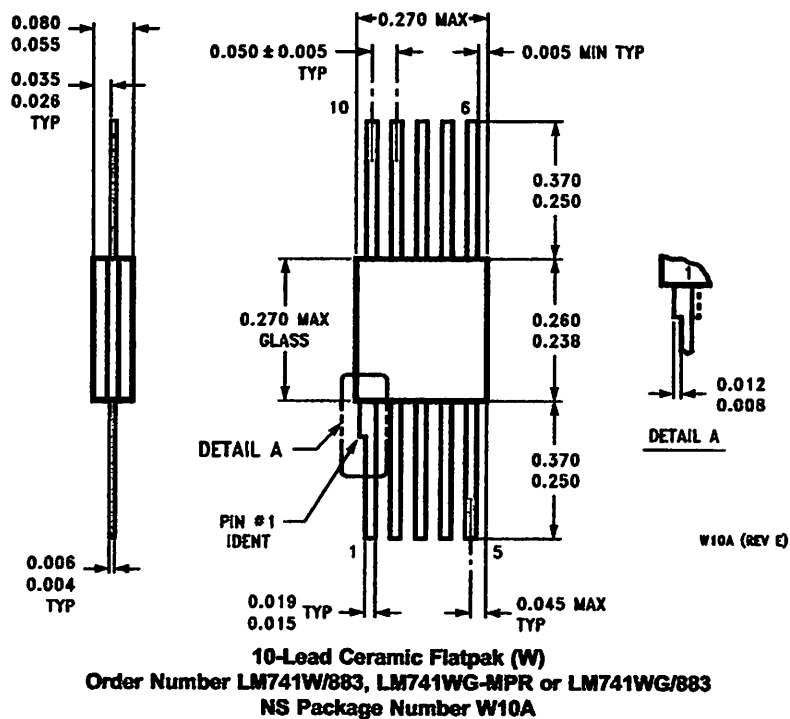
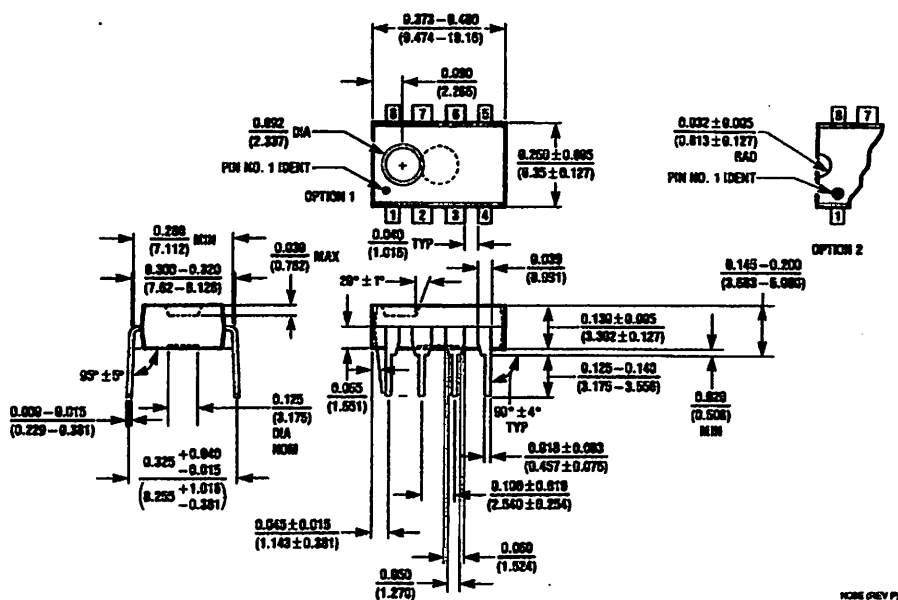


Metal Can Package (H)
Order Number LM741H, LM741H/883, LM741AH/883, LM741AH-MIL or LM741CH
NS Package Number H08C



Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number LM741J/883
NS Package Number J08A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Notes

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

- Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation Americas Tel: 1-800-272-9959 Fax: 1-800-737-7018 Email: support@nsc.com www.national.com	National Semiconductor Europe Fax: +49 (0) 180-530 85 88 Email: europe.support@nsc.com Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171 Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790	National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group Tel: 65-2544468 Fax: 65-2504466 Email: ap.support@nsc.com	National Semiconductor Japan Ltd. Tel: 81-3-5639-7560 Fax: 81-3-5639-7507
---	--	---	--